وزارة المعارف العمومية

المساحة

للزراعيين

تأليف

المهندس
رياض بك زكريا
وكيل قسم الرى والميكانيكا
بالأوقاف الملكية

المهندس
العدوى ناصف
الأستاذ المساعد بكلية الهندسة
بجامعة ابراهيم باشا الكبير
وبجامعتى فؤاد الأول وفاروق الأول (سابقا)

المطبعة الأميرية بالقاهرة

١٩٥٠

فهرس

الباب الأول — فى المساحات والأحجام

صفحة

الباب الثانى — فى المساحة بالجنزير

الباب الثالث — الخرائط المساحية

الباب الرابع — القطع الزراعية

الباب الخامس — البوصلة

الباب السادس — الميزانية

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

من الأمور التى تحتاج إلى عناية كبيرة أن يتجه المرء ببعض العلوم الهندسية اتجاها زراعيا بعد بها عن النظريات العميقة و يبسطها ليقربها إلى الفهم فيتضح انطباقها على المشاهدات الملموسة أمام الرجل الزراعى — وهـذا هو بعينه ما اتخذناه رائدنا أثناء العمل فى تأليف هذا الكتاب الذى سيجد فيه القارئ ما يهم الزراعيين من فنون الهندسة مبسطا لأقصى ما تسمح به الاعتبارات الفنية .

وقد فضلنا إخراجه فى جزأين منفصلين : الأول يبحث فى المساحة . والثانى فى الهندسة الزراعية بمختلف فروعها لسهولة تناوله . وتفاديا من الاضطرار إلى الإيجاز المخـل إذا ما جمع فى مجلد واحد

فالأرض وما تحتاج إليه من نظم خاصة لريها و إصلاحها ومن آلات لفلاحتها وجنى محصولهـا ومن طرق هندسية لمسحها وحسابها وكذا الفلاح وما يحتاج إليه من عزب ومساكن يأوى إليها مع كل ما يتبع ذلك من القوانين واللوائح فصلناه فى جزأين على عدة أبواب حتى يسهل استيعابه و يتم به النفع إن شاء الله

و إنا لنتقدم به إلى الطلبة فى مدارسهم الزراعية ، و إلى الزراعيين فى حقولهم وكل من لهم رغبة فى هذه الدراسة إذا ما أرادوا تفهم الأمور الهندسية المحيطة بهم . راجين لهم نفعا كبيرا وفائدة تامة والله ولى التوفيق ما

المؤلفان

الباب الأول

فى المساحات والأحجام

الفصل الأول

وحدات القياس

قبل التكلم على قياس الأبعاد أو المساحات أو الأحجام يجب الإلمام بالوحدات المستعملة فى قياسها — فقد يبقى البعد بين نقطتين ثابتا دون تغير ولكن الأرقام الدالة على مقداره تتفاوت بتفاوت الوحدات المستعملة عند قياسه .

فالبعد الذى طوله ٣٠٫٤٨ مترا يساوى ٠٫٠٣٠٤٨ كيلومترا أو ٣٠٤٨ سنتيمترا (وذلك بالوحدات الفرنسية) .

كما يمكن القول عن نفس البعد بأنه يساوى ١٢٠٠ بوصة أو ١٠٠ قدم أو ٠٫٠١٩ ميلا (وذلك بالوحدات الانكليزية) وهكذا وبالمثل عن المساحات والأحجام .

وأشهر وحدات القياس المستعملة هى الوحدات "الفرنسية" والوحدات "الانكليزية"

١ — الوحدات الفرنسية ، وهى الشائعة الاستعمال بمصر

(ا) وحدات الطول :

هى المتر وأجزاؤه مللى أى $\frac{1}{1000}$ من المتر وسنتى أى $\frac{1}{100}$ منه وديسى أى $\frac{1}{10}$ وديكا أى ١٠ متر وهكتو أى ١٠٠ متر وكيلو أى ١٠٠٠ متر .

بمعنى أن المتر = ١٠٠٠ ملليمتر = ١٠٠ سنتيمتر = ١٠ ديسمتر = $\frac{1}{10}$ ديكامتر = $\frac{1}{100}$ هكتومتر = $\frac{1}{1000}$ كيلومتر .

أما القصبة فشائعة الاستعمال فى الأعمال الزراعية بمصر وطولها = ٣٫٥٥ مترا وهى من البوص الغاب) وطولها مقسم إلى ٢٤ قيراطا بعلامات (حزوز) عند $\frac{1}{8}$ ، $\frac{1}{4}$ ، $\frac{1}{3}$ ، $\frac{1}{2}$ من طولها أى عند ٣ و ٦ و ٨ و ١٢ قيراطا من كل من طرفيها على الترتيب

والوحدات الآتية أصبحت نادرة الاستعمال ولكنها واردة فى كثير من الحجج والعقود وهى :

الذراع المعمارى ويساوى $\frac{٣}{٤}$ متر أى ٧٥ سنتيمترا وأكثر استعماله فى أعمال المبانى .

والقصبة وتساوى $\frac{١}{٦}$ من الذراع المعمارى أى ١٢,٥ سنتيمترا .

(ب) وحدات المساحات :

هى مربع وحدات الطول أى المتر المربع وأجزاؤه وهو يساوى

١٠ × ١٠ ديسمتر مربع = ١٠٠ × ١٠٠ سنتيمتر مربع = ١٠٠٠ × ١٠٠٠ ملليمتر مربع = $\frac{٣}{٤} \times \frac{٣}{٤}$ ذراعا معماريا مربعا .

والقصبة المربعة = ٣,٥٥ × ٣,٥٥ مترا مربعا = ٣٥٥ × ٣٥٥ سنتيمترا مربعا

وللاختصار يرمز للمتر الطولى " م " وللمتر المربع " م^{٢} " كما يرمز للسنتيمتر الطولى " سم " وللسنتيمتر المربع " سم^{٢} " ، وفى قياس الأراضى الزراعية بمصر يستعمل الفدان وأجزاؤه وهى القيراط والسهم .

والفدان = ٢٤ قيراطا أى $\frac{١٠٠٠}{٣}$ قصبة مربعة = $\frac{٥}{٦}$ ٤٢٠٠ مترا مربعا

والقيراط = ٢٤ سهما أى ١٧٥,٠٣٥ مترا مربعا

والسهم = ٧,٢٩٣ مترا مربعا

(ج) وحدات الأحجام .

أشهرها المتر المكعب " م^{٣} " عبارة عن حجم مكعب طول ضلعه متر واحد وبالمثل مع بقية الوحدات فيقال سنتيمتر مكعب " سم^{٣} " وهكذا .

و " اللتر " شائع لقياس حجوم السوائل ويساوى حجم ديسمتر مكعب = ١٠٠٠ سم^{٣} .

وحجم الأردب = ١٩٨ لترا .

٢ — الوحدات الانجليزية

أكبرها الميل = ١٧٦٠ ياردة ويستعمل عند قياس المسافات البعيدة

والياردة ٣ أقدام

والقدم ١٢ بوصة ٣٠,٤٨٠ سنتيمترا .

والبوصة = ٢,٥٤ سنتيمترا

والياردة $\frac{٣٢}{٣٥}$ من المتر = ٩١,٤٤٠ سنتيمة

والمتر = ٣,٢٨ قدم والميل ١,٦٠٩ كيلومتر تقريبا = ١٦٠٩,٣٤١ مترا .

وتربيع الأطوال السابقة يعطى قيم وحدات مسطحات وكذا تكعيبها يعطى وحدات الأحجام .

فالياردة المربعة = ٣ × ٣ = ٩ أقدام مربعة

والقدم المربع = ١٢ × ١٢ = ١٤٤ بوصة مربعة وهكذا

والياردة المكعبة = ٣ × ٣ × ٣ = ٢٧ قدما مكعبا .

والقدم المكعب = ١٢ × ١٢ × ١٢ = ١٧٢٨ بوصة مكعبة وهكذا

ولتقدير أحجام السوائل يستعمل "الجالون" ويزن جالون الماء حوالى ١٠ أرطال انكليزيه والقدم المكعب من الماء يساوى $\frac{١}{٤}$٦ جالونا بالقريب .

الفصل الثانى

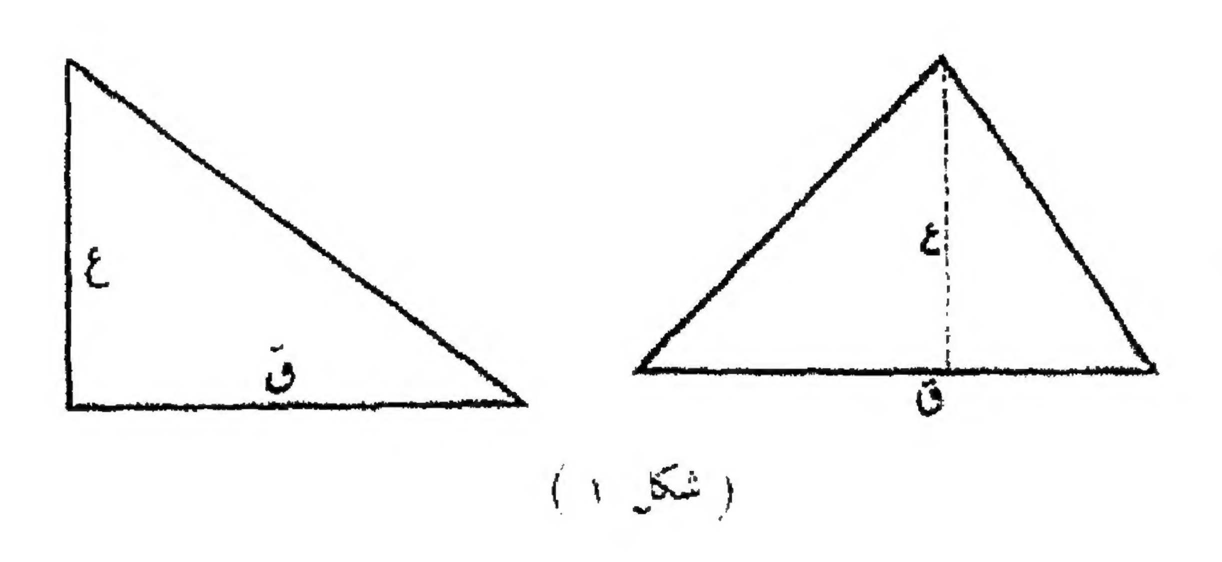
حساب المسطحات

يحسب مسطح أى قطعة من الأرض بعد قياس أبعادها إما على أساس أنها إحدى الأشكال الهندسية المنتظمة المبينة (كالمثلث والمربع والمسدس والدائرة وغيرها) وذلك حسب ما تبينه أبعادها وزواياها . وإلا فتقسم إلى عدة أشكال منتظمة أو غير منتظمة تحسب مساحة كل منها على حدة ثم تجمع مسطحات الأجزاء لتنتج المساحة الكلية وذلك باحدى الطرق المبينة بعد :

(أولا) الأشكال المثلثة :

أى شكل يحده ثلاثة أضلاع ، متى تساوت سمى المثلث " متساوى الأضلاع " وإذا كانت إحدى زواياه = ٩٠ درجة سمى "قائم الزاوية" عندها . وللمثلث ثلاثة ارتفاعات مختلفة كل منها مسقط من احدى رؤوسه على الضلع المقابل لهذه الرأس .

ومساحة المثلث = $\frac{ق \times ع}{٢}$ أى نصف القاعدة × الارتفاع وذلك بمعلومية طول القاعدة (ق)
وطول العمود (ع) النازل عليها أو على امتدادها من الرأس المقابلة لها .



(شكل ١)

فإذا قيست أطوال الأضلاع الثلاثة للمثلث وهو ما يحدث غالبا فى القطع المثلثية إذا ما أريد الدقة وتفادى إسقاط الأعمدة خصوصا اذا لم يكن المثلث قائم الزاوية

فإن مساحة المثلث = $\sqrt{ح \times (ح - ا) \times (ح - ب) \times (ح - جـ)}$

حيث ا ، ب ، جـ هى أطوال الأضلاع المقابلة لزوايا المثلث ، ح = طول نصف محيط

المثلث = $\frac{ا + ب + جـ}{٢}$

(ثانيا) الأشكال الرباعية :

كل شكل يحده أربعة أضلاع يسمى شكلا رباعيا .

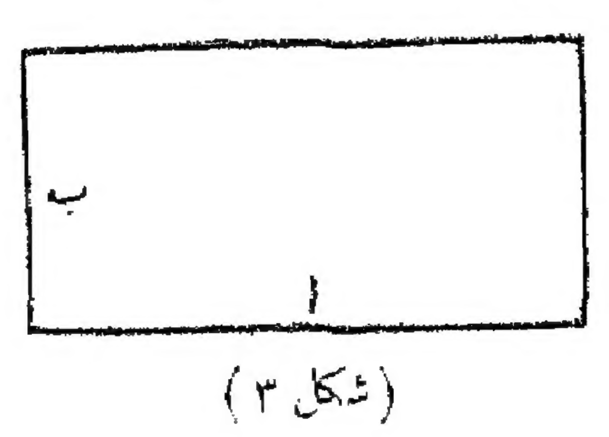
وبصفة عامة يمكن تقسيم أى شكل رباعى إلى مثلثين بتوصيل أحد قطريه وحساب مساحة كل مثلث منهما كما سبق إما بقياس القطر والارتفاعين المسقطين عليه من الرأسين المقابلين له أو بقياس أطوال الأضلاع الثلاثة لكل مثلث على أن الأشكال الآتية هى حالات خاصة من الشكل الرباعى :

ا
ا
جـ

(شكل ٢)

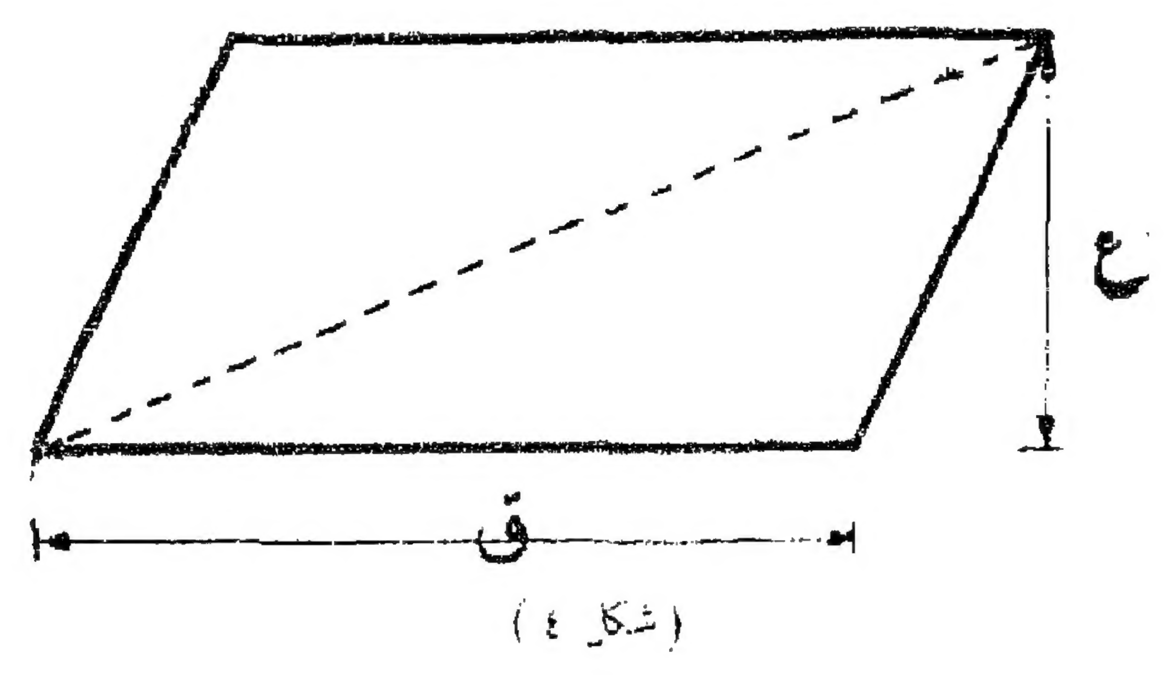
١ — المربع : شكل رباعى أضلاعه الأربعة متساوية ومتعامدة ومساحته = مربع ضلعه = $ا^٢$ بفرض أن "ا" طول ضلعه .

٢ — المستطيل — أضلاعه الأربعة متعامدة وكل ضلعين متقابلين متساويان ومساحته ا ب حيث ا ، ب طول كل من ضلعيه المتعامدين .



(شكل ٣)

٣ — متوازى الأضلاع — زواياه ليست قوائم وكل ضلعين متقابلين متساويان ومتوازيان ومساحته = ق ع وذلك بمعلومية طول القاعدة (ق) والعمود (ع) النازل عليها بمعنى أن مساحته تكافىء مساحة المستطيل المنشأ على هذه القاعدة بنفس الارتفاع .



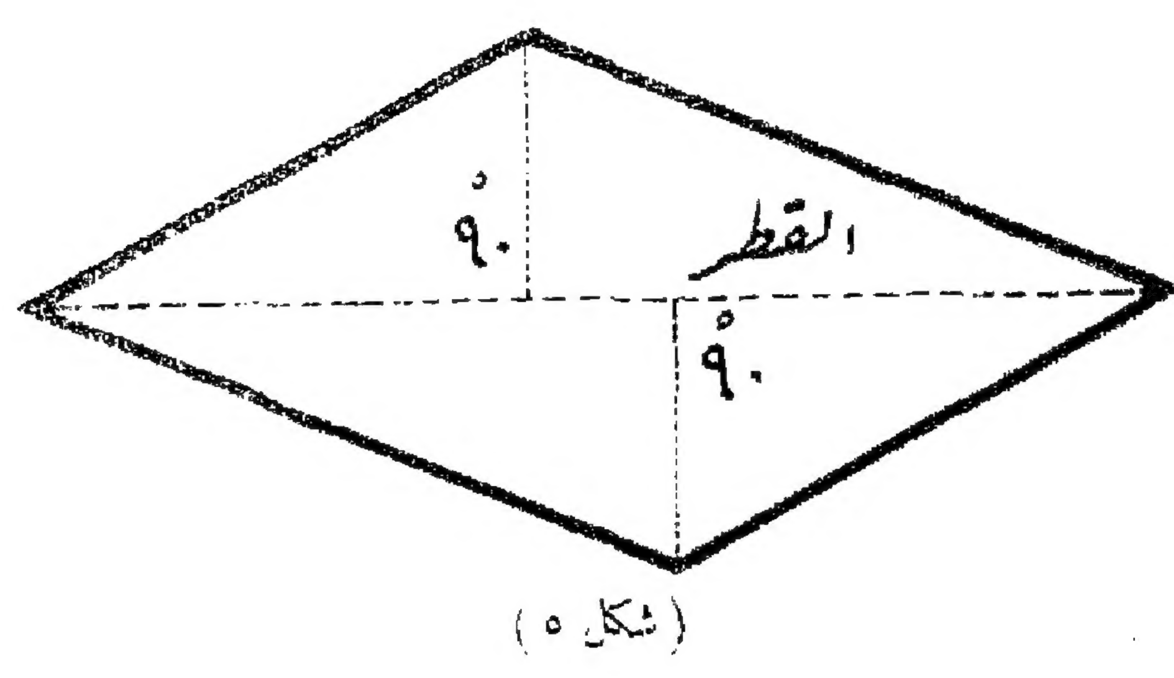
(شكل ٤)

أو بقياس أحد قطريه والعمود الساقط على هذا القطر من كل من الرأسين المقابلين فالمثلثان الناتجان متساويان فى المساحة .

ومساحة الشكل = ضعف مساحة أحدهما = ٢ $\left(\frac{\text{القطر} \times \text{العمود}}{٢} \right)$

= القطر × العمود عليه

أو بقياس أضلاع أحد المثلثين الناتجين من توصيل القطر .



(شكل ٥)

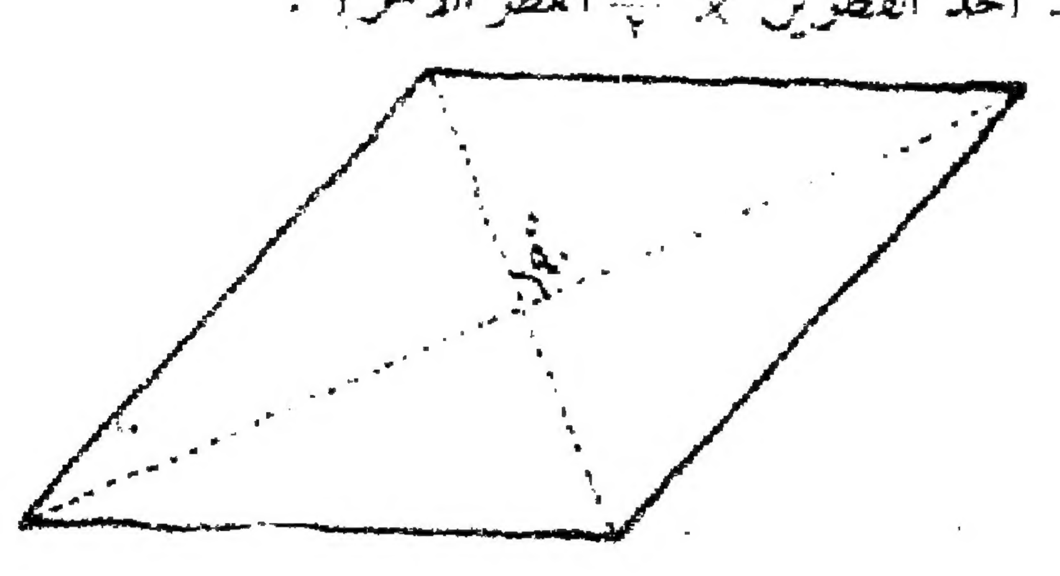
مساحة الشكل = ضعف مساحة المثلث

$= ٢ \sqrt{ح (ح - ا) (ح - ب) (ح - ج)}$ كما سبق

٤ — المعين — متوازى أضلاع أضلاعه الأربعة متساوية وزواياه غير قوائم قطراه متعامدان على بعضهما وينصف كل منهما الآخر ويقسمان المعين إلى أربعة مثلثات متساوية مساحة كل منها .



= ½ (½ أحد القطرين × ½ القطر الآخر) .



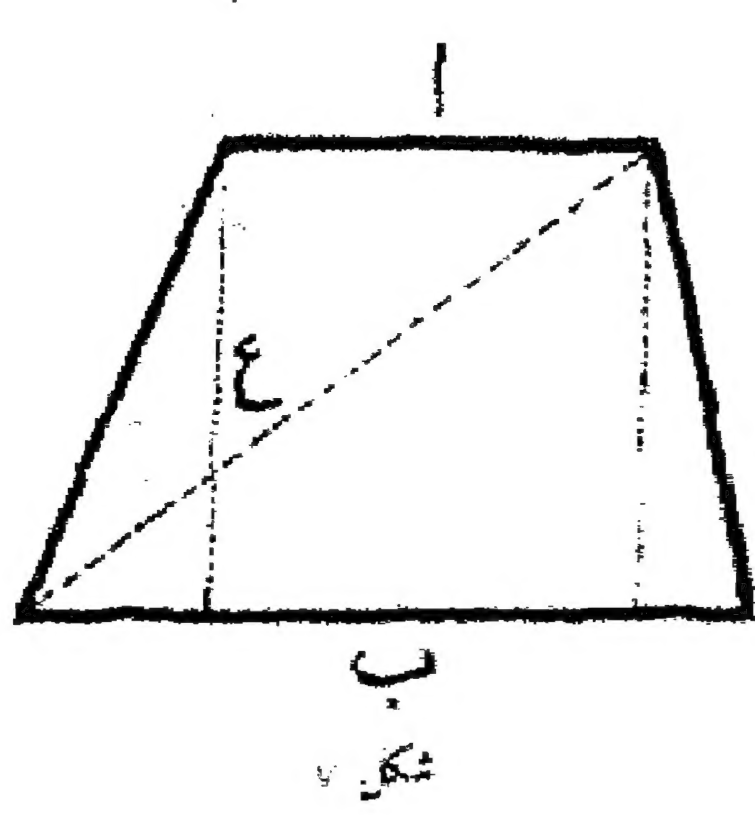
معين

(شكل ٦)

وإذا كان طول أحد القطرين (ا) وطول الآخر (ب) فإن مساحة كل مثلث = ½ (½ ا × ½ ب) = $\frac{\text{اب}}{٨}$.

ومساحة المعين = ٤ × $\frac{\text{اب}}{٨}$ = $\frac{\text{اب}}{٢}$ = نصف حاصل ضرب القطرين

٥ — شبه المنحرف — شكل رباعى اثنان فقط من أضلاعه متوازيان ويسميان بالقاعدتين المتوازيتين



شكل ٧

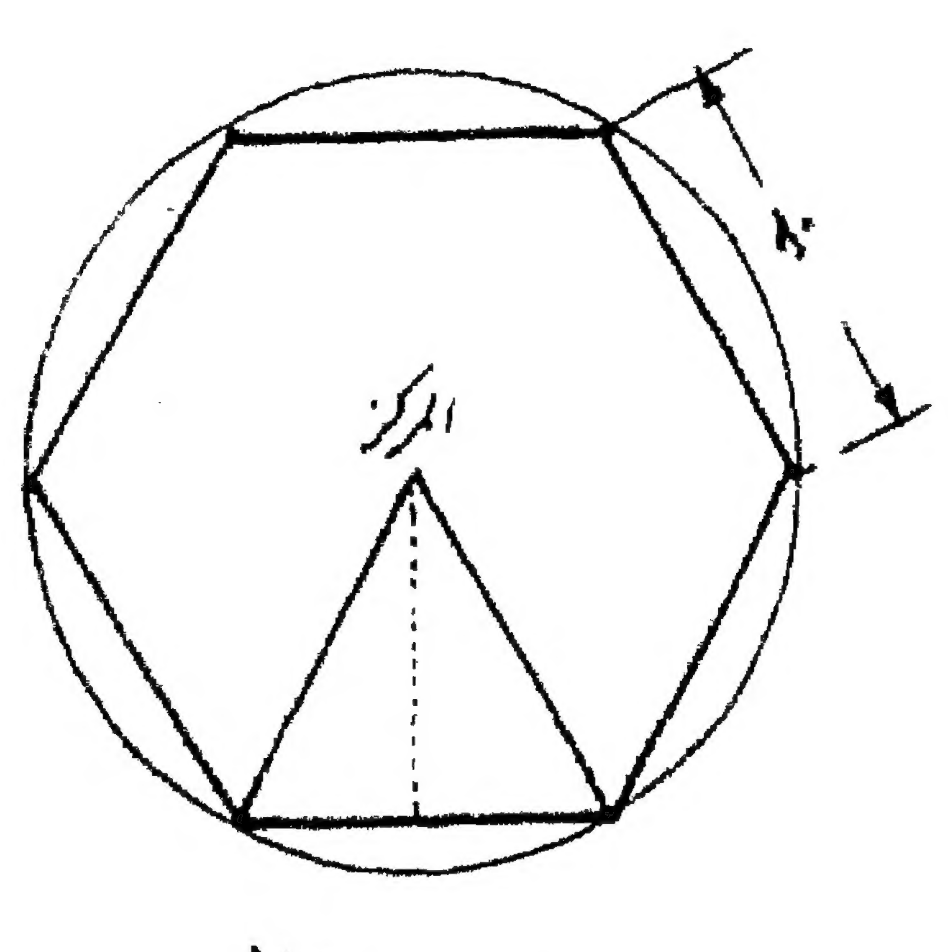
فإذا فرض طول أحدهما (ا) وطول الآخر (ب) والعمود بينهما (ع) فمساحة الشكل نصف مجموع القاعدتين المتوازيتين فى الارتفاع أى $\left(\frac{\text{ا} + \text{ب}}{٢}\right) \times \text{ع}$

(ثالثاً) — الأشكال الكثيرة الأضلاع :

أى خمسة أضلاع فأكثر وتسمى بالمضلعات وهى إما :

(١) منتظمة وإما (٢) غير منتظمة

١ — المنتظمة — كالمخمس والمسدس والمثمن تكون ذات أضلاع وزوايا متساوية ومركز المضلع المنتظم هو مركز الدائرة التى تحصر المضلع داخلها وتمر برؤوسه كما أنه مركز لدائرة أخرى تمس منتصفات أضلاعه من الداخل — وبتوصيل مركز المضلع إلى رؤوسه ينقسم إلى مثلثات متساوية عددها = عدد الأضلاع ومساحة كل منها = نصف طول ضلع المضلع × العمود النازل عليه من المركز .



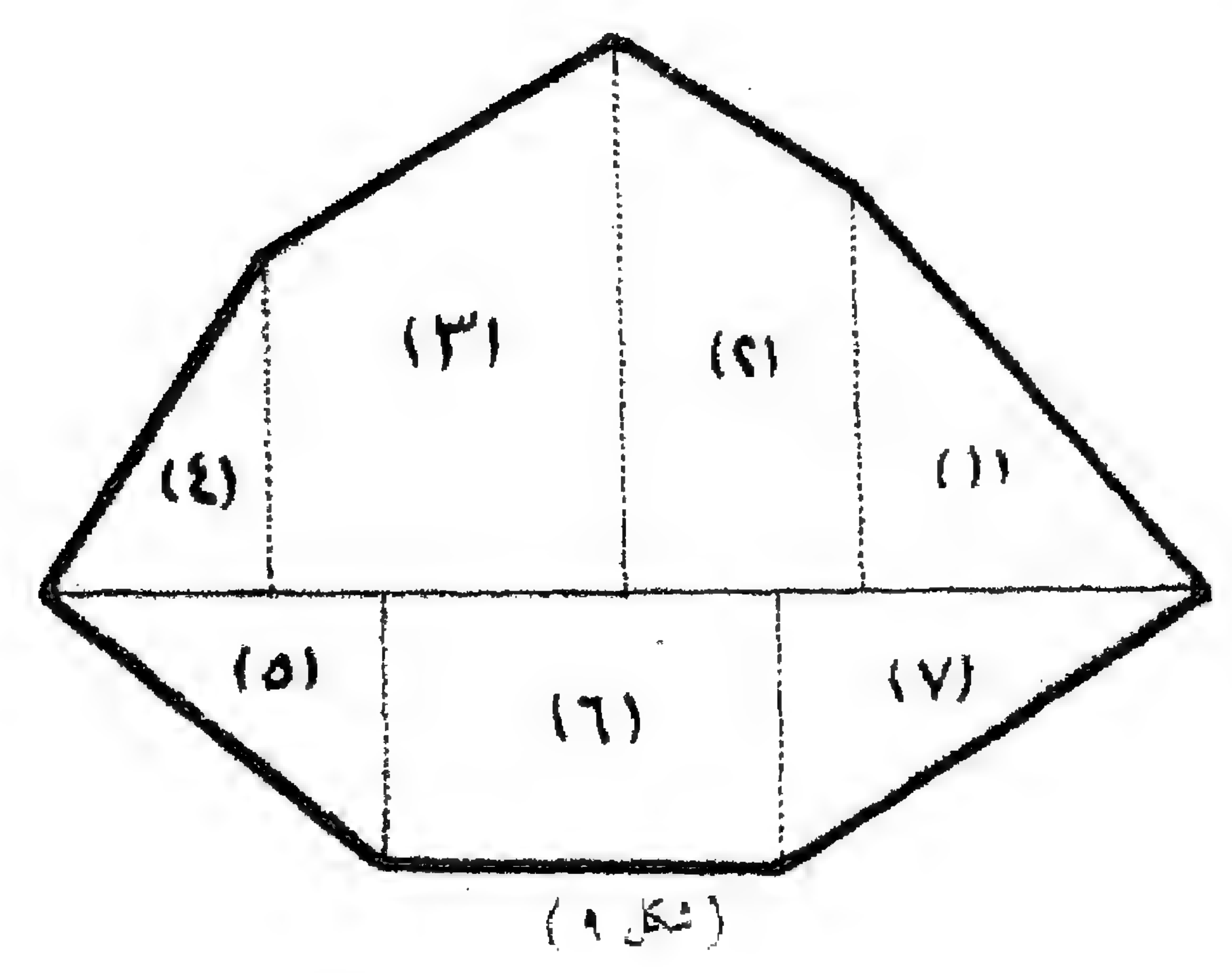
مسدس منتظم
(شكل ٨)

وعلى هذا فمساحة المخمس المنتظم = ١,٧٢ جـ٢ والمسدس المنتظم ٢,٦٠ جـ٢ والمثمن المنتظم ٤,٨٣ جـ٢ حيث "جـ" هى طول ضلع المضلع .

وعلى العموم فمساحة أى مضلع منتظم = ½ طول محيطه × العمود النازل من المركز على أحد أضلاعه .

٢ — الغير المنتظمة — لإيجاد مساحة أى شكل كثير الأضلاع غير منتظم يمكن تقسيمه — بعد توصيل بعض أقطاره — إلى مثلثات وأشكال رباعية تحسب مساحة كل منها بالطرق السابقة ثم جمعها .

فمساحة الشكل المبين مثلا = مساحة المثلثات الأربعة + مساحة المستطيل + مساحة شبه المنحرف .

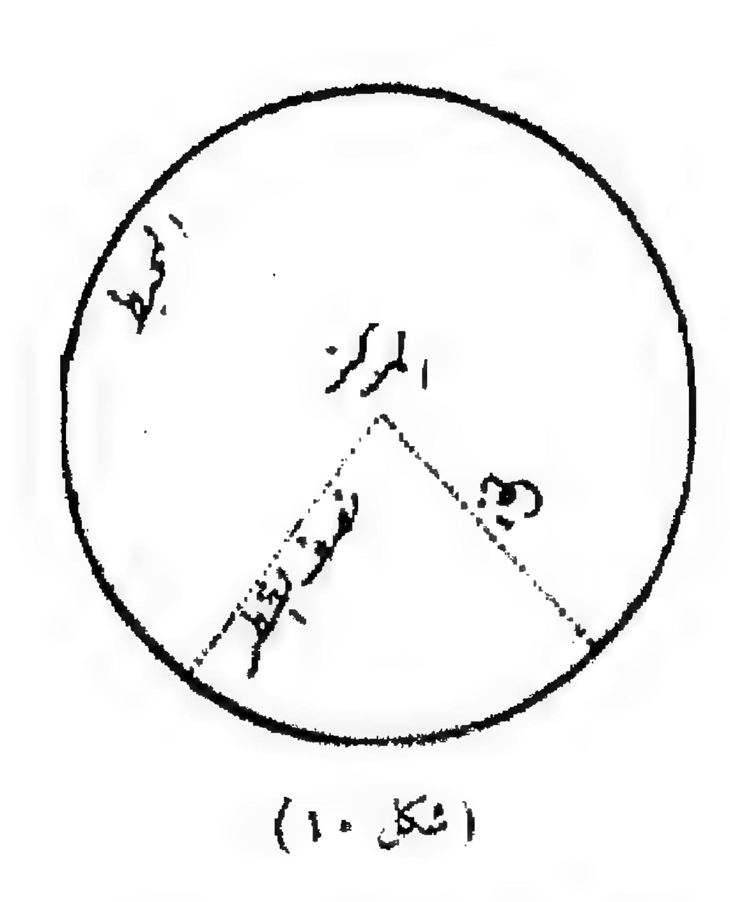


(شكل ٩)

(رابعا) — الأشكال الدائرية :

١ — الدائرة — النسبة بين محيط أى دائرة وقطرها نسبة ثابتة دائما وتسمى " بالنسبة التقريبية " ويرمز لها بالرمز " ط "

بمعنى أن $\frac{\text{محيط أى دائرة}}{\text{قطرها}} = \frac{ح}{ق} = ط = \frac{٢٢}{٧} = ٣,١٤$ حيث " ح " طول محيط الدائرة و " ق " طول قطرها .



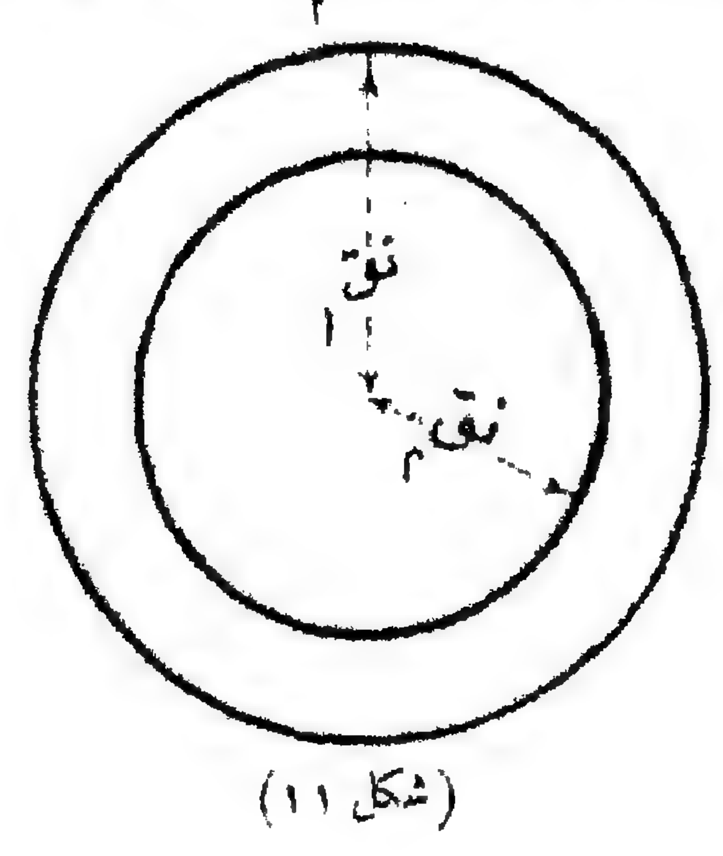
(شكل ١٠)

• يكون طول محيط الدائرة = قطرها × النسبة التقريبية

• مساحة الدائرة = ط نق^{٢} = $\frac{ط ق^{٢}}{٤}$ = ٨,٠ ق^{٢} بالتقريب

٢ — الحلقة الدائرية — وهى المحصورة بين دائرتين مختلفتى القطر .

فبفرض $نق_١$ نصف قطر الدائرة الكبرى ، $نق_٢$ نصف قطر الدائرة الصغرى



(شكل ١١)

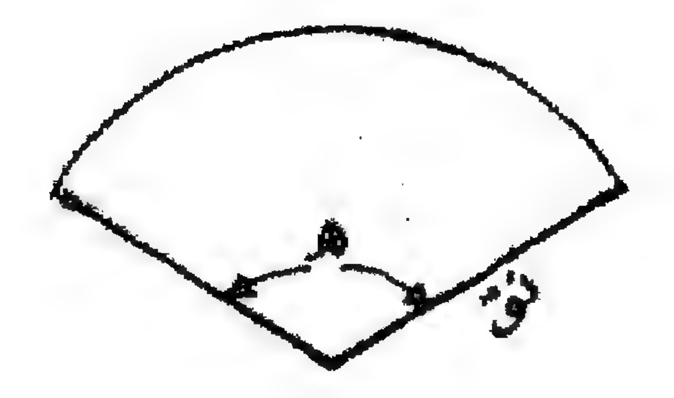
∴ مساحة الحلقة = مساحة الدائرة الكبرى — الصغرى .

$= ط\,نق_١^٢ - ط\,نق_٢^٢ = ط(نق_١^٢ - نق_٢^٢) = ط(نق_١ + نق_٢)$

$(نق_١ - نق_٢)$.

= ط × مجموع نصفى القطرين × باقى طرحهما .

٣ — القطاع الدائرى — قوس الدائرة هو جزء من محيطها والوتر فى الدائرة هو المستقيم الواصل بين طرفى القوس فالقطاع الدائرى هو الجزء من الدائرة المحصور بين القوس ونصفى القطرين الواصلين الى نهايته .



القطاع الدائرى

المساحة = $\frac{١}{٢}$ نق ٢ هـ

هـ ، هى زاوية القطاع بالتقدير الدائرى

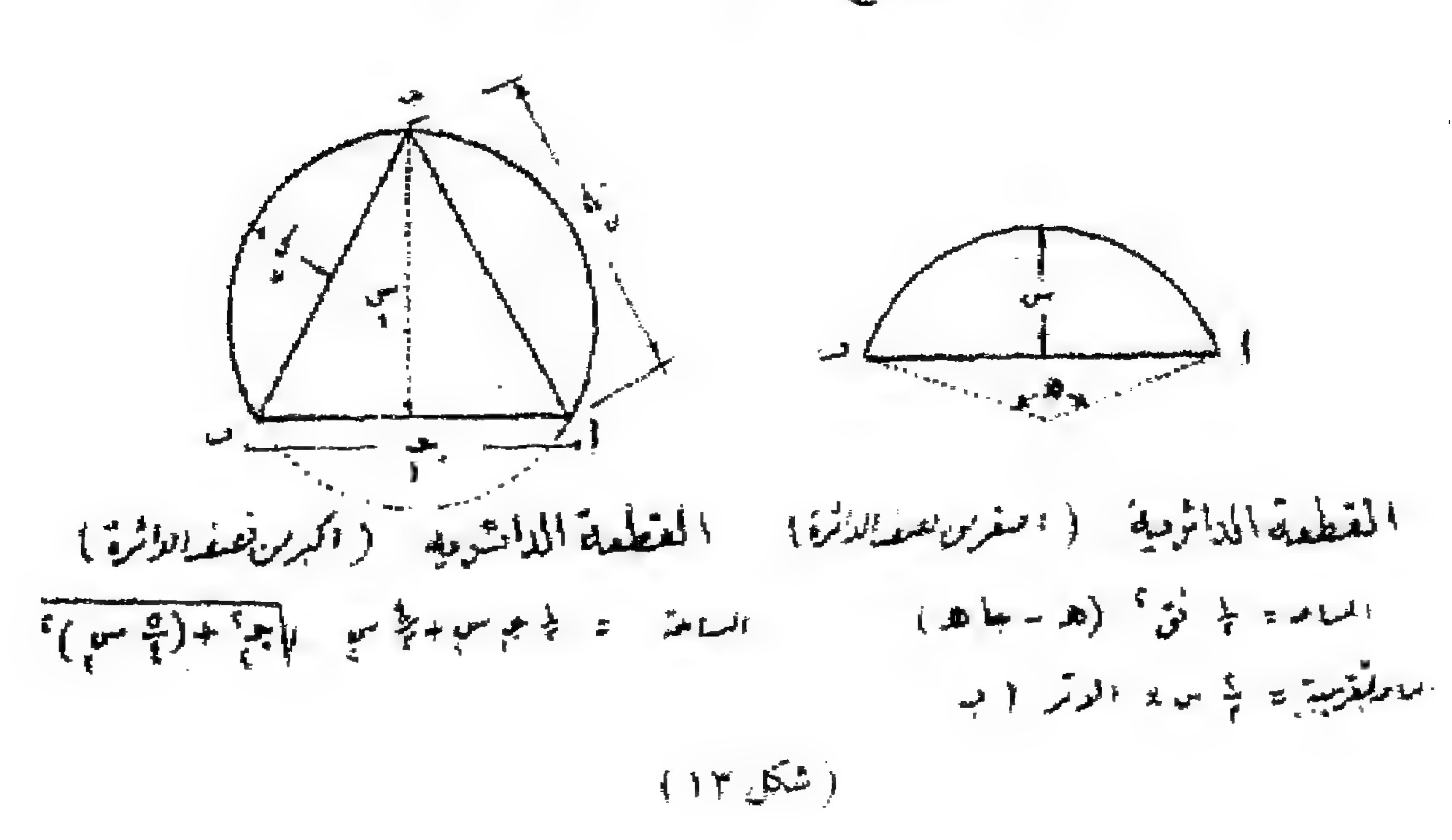
(شكل ١٢)

وزاوية القطاع هى الزاوية المحصورة بين نصفى القطرين المحددين له — وإذا كانت هذه الزاوية = $هـ^\circ$ (بالتقدير الستينى) فان النسبة $\frac{\text{مساحة القطاع}}{\text{مساحة الدائرة}} = \frac{هـ}{٣٦٠}$

∴ مساحة القطاع = $\frac{هـ}{٣٦٠}$ × مساحة الدائرة = $\frac{هـ}{٣٦٠}$ × ط $نق^2$ حيث "هـ" بالتقدير الستينى

$\frac{١}{٢}$ $نق^2$ × هـ حيث "هـ" بالتقدير الدائرى

٤ — القطعة الدائرية — الجزء من الدائرة المحصور بين أى قوس ووتره ومساحتها = مساحة القطاع الدائرى — مساحة المثلث .



القطعة الدائرية (أصغر من نصف الدائرة) القطعة الدائرية (أكبر من نصف الدائرة)

المساحة = $\frac{١}{٢}$ $نق^2$ (هـ — جا هـ)
وبالتقريب = $\frac{٢}{٣}$ س × الوتر ا ب

المساحة = $\frac{١}{٢}$ جـ س + $\frac{٢}{٣}$ س $\sqrt{جـ^2 + (\frac{٤}{٣} س)^2}$

(شكل ١٣)

ومساحتها بمعلومية الزاوية "هـ" = $\frac{١}{٢}$ $نق^2$ (هـ — جا هـ) وذلك لقطعة أصغر من نصف دائرة ومساحتها بمعلومية السهم والوتر = $\frac{٢}{٣}$ الوتر × السهم (س) بالتقريب . وسهم القطعة هو ارتفاعها وهو العمود على منتصف الوتر إلى القوس .

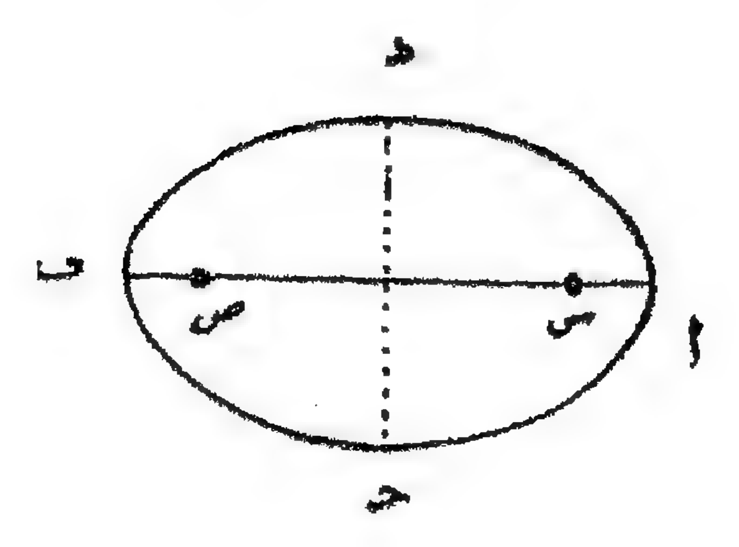
٥ — القطع الناقص — وهو ليس من الأشكال التامة الاستدارة ولكنه ينتج من مسار نقطة بحيث يكون مجموع بعديها فى جميع أوضاعها ثابتا بالنسبة لنقطتى س ، ص المعروفتين ببؤرتى القطع الناقص وللشكل كما ترى قطران متعامدان أحدهما (ا ب) وهو الأكبر والثانى (جـ د) وهو الأصغر .

مساحة القطع الناقص = ط × حاصل ضرب نصف قطريه الأكبر والأصغر

ط × $\frac{ا ب}{٢}$ × $\frac{جـ د}{٢}$

ومحيطه = ط × مجموع نصف قطريه الأكبر والأصغر

$= ط \times \left(\frac{اب}{٢} + \frac{جد}{٢} \right)$

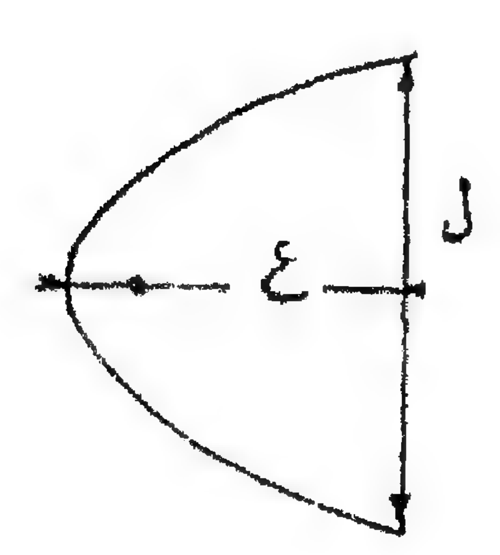


القطع الناقص

(شكل ١٤)

٦ — القطع المكافئ — ومساحته = $\frac{٢}{٣}$ مساحة المستطيل المتحد معه فى القاعدة والارتفاع

$= \frac{٢}{٣}$ ل ع .



القطع المكافئ

(شكل ١٥)

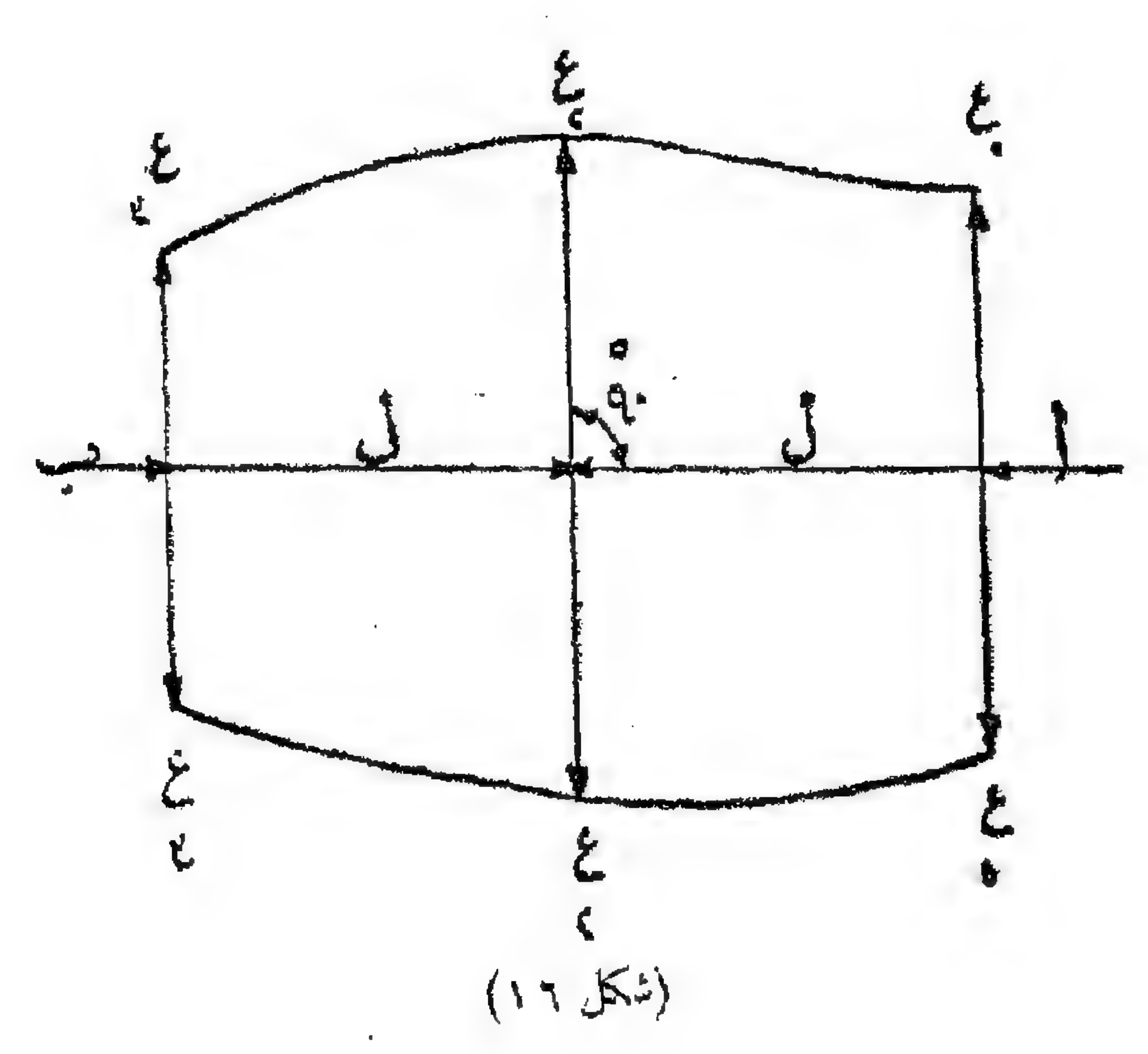
(خامسا) الأشكال المنحنية الحدود :

وهذه تحسب مساحتها بتطبيق قانون سِمْسُنْ « Simpson's Rule » والذى قد يستعمل أيضا لإيجاد الأحجام كما سيأتى بعد .

وللعمل به يعين خط مثل (ا ب) يتمشى مع طول الشكل وتقام عليه (وعلى أبعاد متساوية من بعضها) أعمدة تصل إلى الحد المنحنى وتقاس أطوالها .

فاذا قُسِّم الخط (ا ب) إلى قسمين فقط طول كل منهما = ل .

وكانت أطوال الأعمدة الثلاثة المقامة عليه (والمعروفة بالأحداثيات) هى $ع_١$ ، $ع_٢$ ، $ع_٣$ على التوالى .



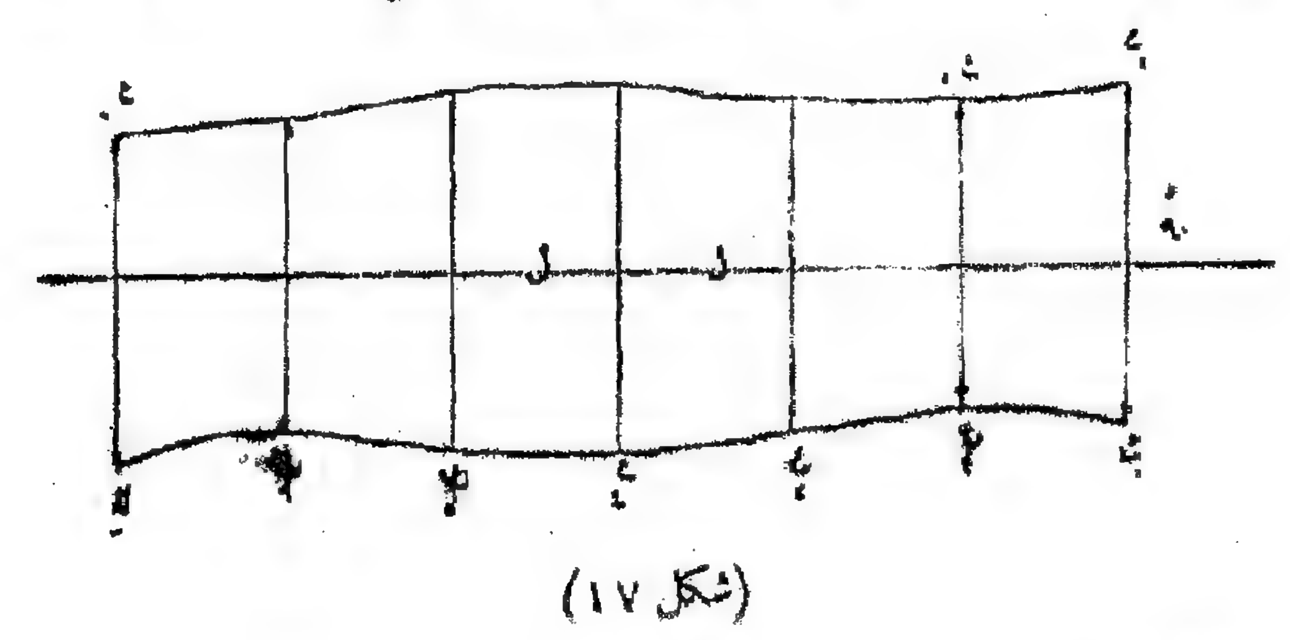
(شكل ١٦)

فان مساحة الشكل $= \frac{ل}{٣} (ع_١ + ٤ ع_٢ + ع_٣)$

$= \frac{\text{البعد المشترك}}{٣}$ (الأحداثى الأول + ٤ أمثال الحداثى الثانى + الأحداثى الأخير) .

ويعرف هذا بقانون سِمْسُن الخاص بمساحة قسمين فقط .

فاذا تعددت الأقسام وجب لإمكان تطبيق القانون عليها أن يكون عددها زوجيا .



(شكل ١٧)

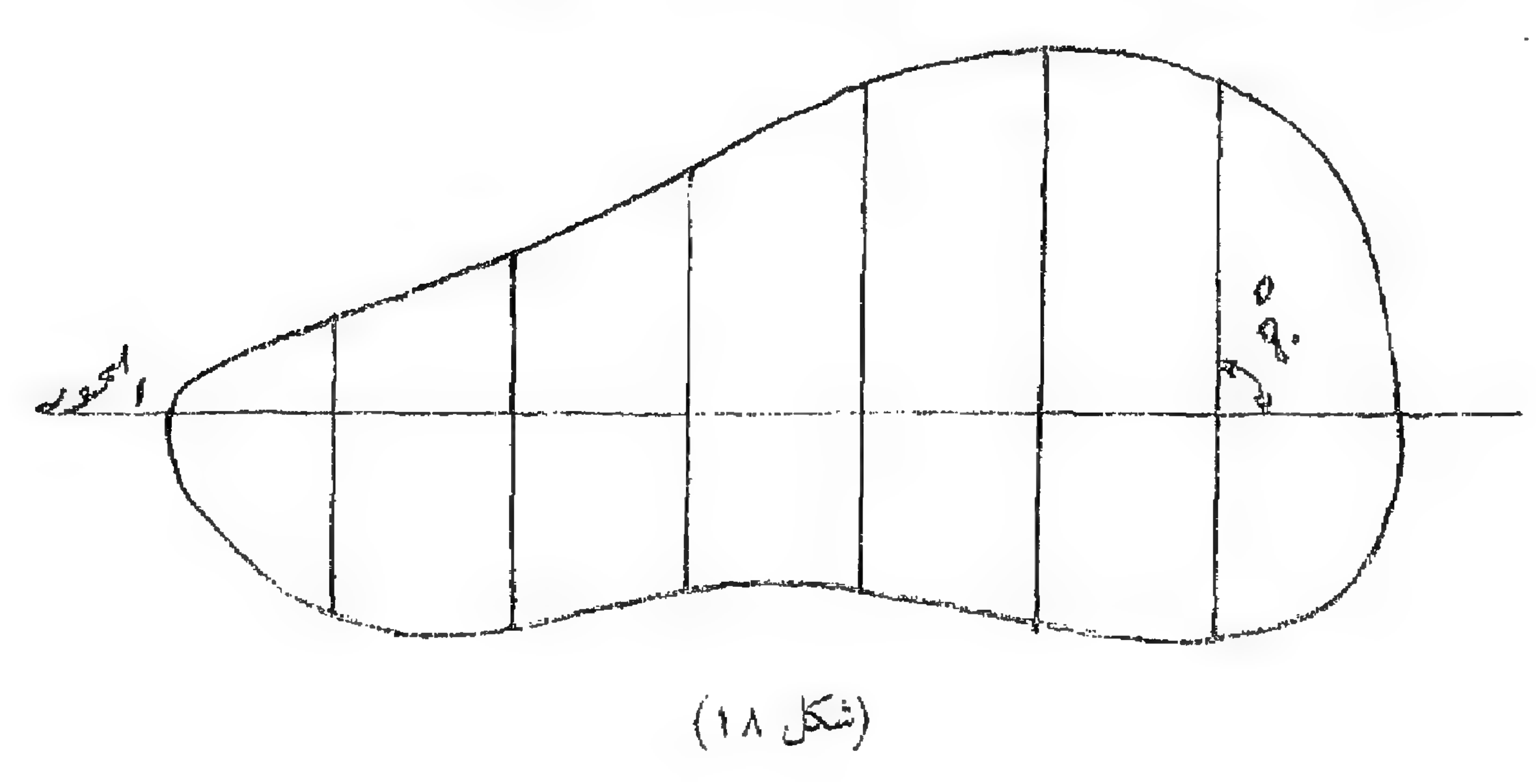
ففى الشكل عدد الأقسام ستة وعدد الأحداثيات سبعة من $ع_١$ الى $ع_٧$.

فبتطبيق القانون السابق على كل قسمين متجاورين منها ثم الجمع تنتج العلاقة الآتية :

$$\text{المساحة} = \frac{\text{ل}}{٣} \{ (\text{ع}_١ + \text{ع}_٧) + ٤ (\text{ع}_٢ + \text{ع}_٤ + \text{ع}_٦) + ٢ (\text{ع}_٣ + \text{ع}_٥) \}$$

$$= \frac{\text{البعد المشترك بين الأقسام}}{٣} \{ (\text{الأحداثى الأول} + \text{الأخير}) + ٤ (\text{مجموع الأحداثيات الزوجية}) + ٢ (\text{مجموع الأحداثيات الفردية}) \}.$$

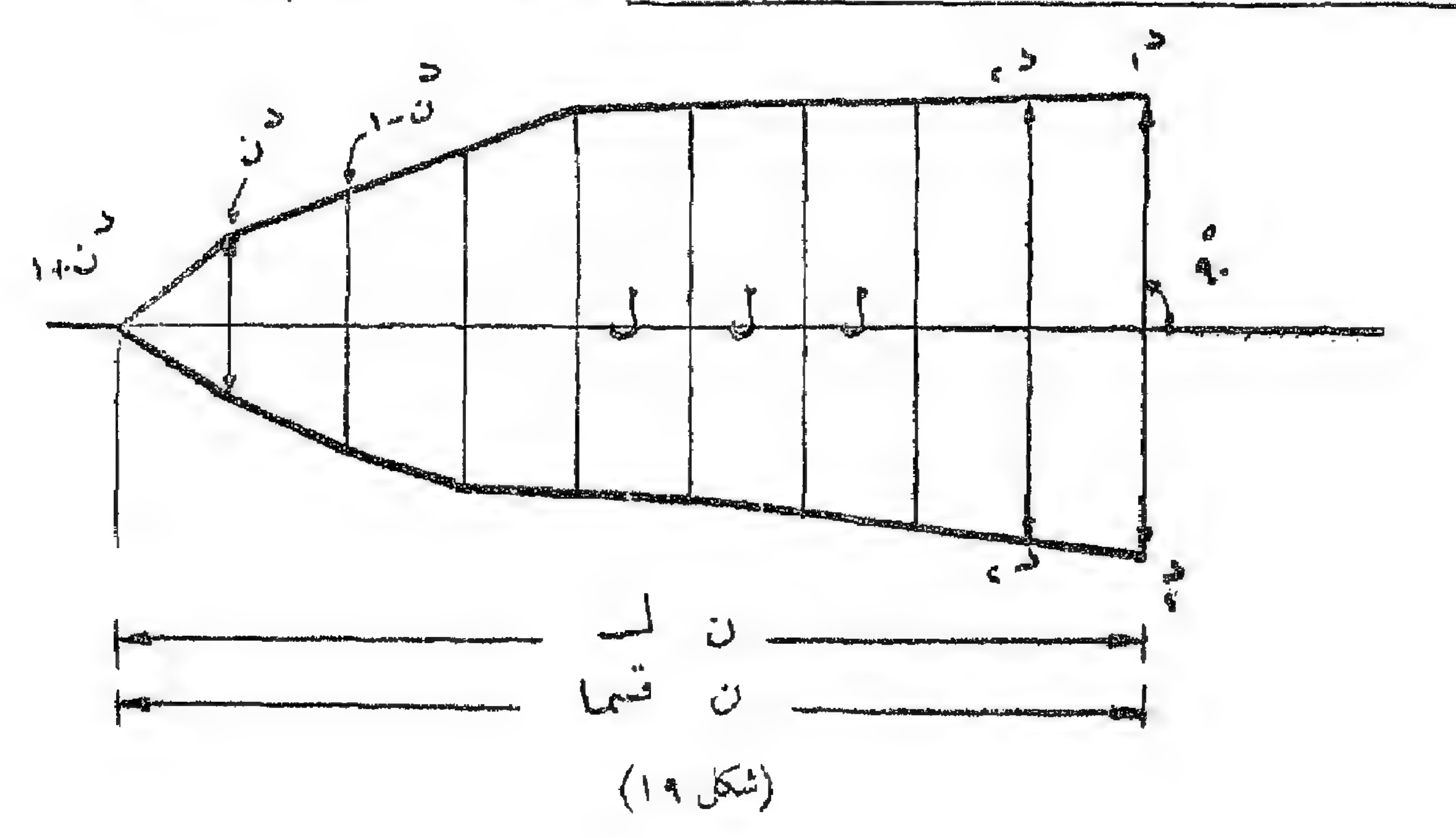
أما اذا كان عدد الأقسام فرديا فيحسب القسم الأول أو الأخير منها على أنه شبه منحرف أو مثلث ثم تطبق العلاقة السابقة على الأقسام الزوجية الباقية ثم تجمع المساحتين . (وفى الشكل المبين مثلا يلزم ملاحظة أن أول أحداثى وهو $\text{ع}_١$ = صفرا) .



(شكل ١٨)

(سادسا) الأشكال المنكسرة المحدود فى اتجاه طولها :

هناك علاقة تسمى " قاعدة أشباه المنحرفات " تطبق لإيجاد مساحة أىّ شكل غير منتظم بشرط أن تكون حدوده الخارجية خطوطا مستقيمة وهى مبنية على تقسيم الشكل الى عدّة أشباه



(شكل ١٩)

منحرفات ارتفاعها متساو ثم جمع مساحاتها على هيئة قانون و يتم ذلك برسم خط فى اتجاه طول الشكل ثم إقامة أعمدة عليه على مسافات متساوية بعضها من بعض وتنتهى أطرافها إلى حدود الشكل الخارجية وتقاس أطوال هذه الأعمدة . ومن هذا ترى أن الشكل الأصلى قد انقسم إلى عدة أشباه منحرفات قواعدها هى أطوال هذه الأعمدة وارتفاعها واحد وهو البعد المشترك بينها .

فتكون المساحة الكلية = مجموع مساحات أشباه المنحرفات المتكونة .

$$= \left(\frac{\text{د}_{١} + \text{د}_{٢}}{٢} \times \text{ل}\right) + \left(\frac{\text{د}_{٢} + \text{د}_{٣}}{٢} \times \text{ل}\right) + \left(\frac{\text{د}_{٣} + \text{د}_{٤}}{٢} \times \text{ل}\right)$$

$$+ \cdots + \left(\frac{\text{د}_{(ن-١)} + \text{د}_{ن}}{٢} \times \text{ل}\right) + \left(\frac{\text{د}_{ن} + \text{د}_{(ن+١)}}{٢} \times \text{ل}\right) .$$

$$= \text{ل}\left(\frac{\text{د}_{١}}{٢} + \frac{٢\text{د}_{٢}}{٢} + \frac{٢\text{د}_{٣}}{٢} + \cdots + \frac{٢\text{د}_{ن}}{٢} + \frac{\text{د}_{ن+١}}{٢}\right) .$$

$$= \frac{\text{ل}}{٢}\left\{\text{د}_{١} + \text{د}_{(ن+١)} + ٢\left(\text{د}_{٢} + \text{د}_{٣} + \cdots + \text{د}_{ن}\right)\right\} .$$

$= \frac{\text{ل}}{٢}$ {(الأحداثى الأول + الأحداثى الأخير) + ضعف بقية الأحداثيات

مثال — إذا قسم الشكل إلى خمسة أقسام بأحداثيات أطوالها ٢,١٠ ، ٢,٥٠ ، ٢,٨٠ ، ٣,٠٠ ، ٢,٨٥ ، ١,٩٠ متر وذلك على أبعاد مترين من بعضها .

فالمساحة الكلية $= \frac{\text{ل}}{٢}$ { الأحداثى الأول + الأحداثى الأخير + ضعف بقية الأحداثيات } .

$$= \frac{٢,٠٠}{٢}\left\{\left(٢,١٠ + ١,٩٠\right) + ٢\left(٢,٥٠ + ٢,٨٠ + ٣,٠٠ + ٢,٨٥\right)\right\} .$$

$$= ١\left(٤,٠٠ + ٢ \times ١١,١٥\right) .$$

= ٢٦,٣٠ مترا مربعا .

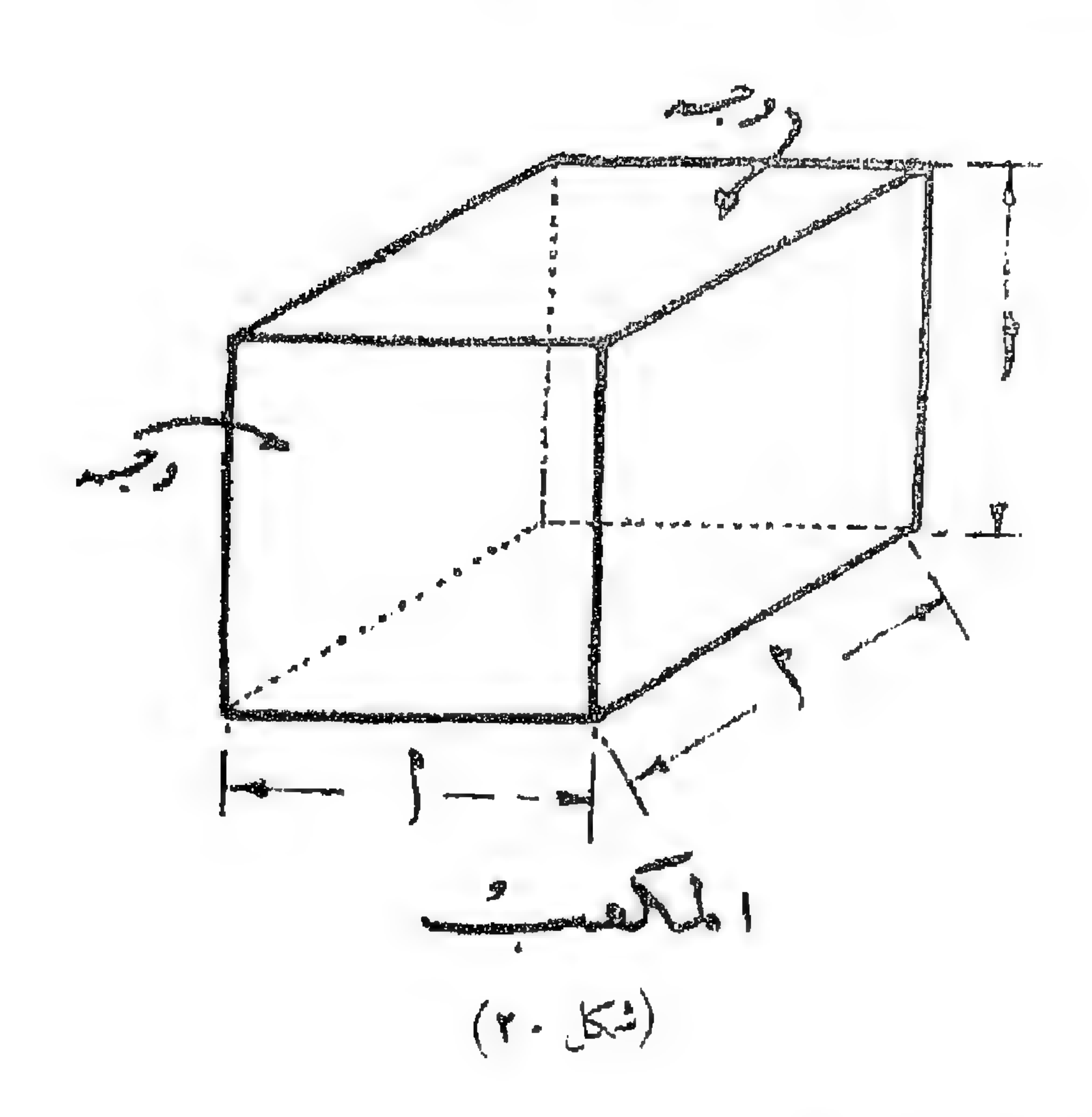
الفصل الثالث

أحجام الأجسام ومسطحاتها الجانبية

المسطح الجانبي لأى مجسم هو مجموع مسطحات الأسطح المحيطة به أو المغلقة له سواء أكانت مستوية أم دائرية أو منحنية — أما حجمه فهو مقدار الحيز أو الفراغ الذى يشغله .

وأشهر المجسمات هى :

١ — المكعب — جسم محاط بستة أوجه متساوية كل منها مربع أى أن جميع أبعاد المكعب متساوية (طوله = عرضه = ارتفاعه) .



(شكل ٢٠)

فاذا فرض أن طول ضلع المكعب = ا .

فيكون مسطح كل وجه = $ا^{٢}$ أى مربع ضلعه .

ومسطح أوجه المكعب = ٦ $ا^{٢}$

وحجم المكعب = مساحة قاعدته × ارتفاعه = $ا^{٢}$ × ا = $ا^{٣}$ أى مكعب ضلعه .

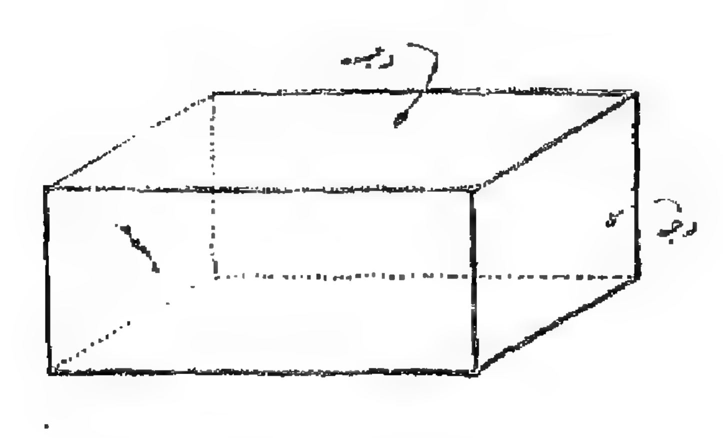
٢ — متوازى المستطيلات — جسم محاط بستة أوجه كل منها مستطيل — وكل وجهين متقابلين متساويان وأى اثنين متقابلين يسميان بالقاعدتين والأربعة الأوجه الأخرى تسمى بالأوجه الجانبية .

والمسطح الجانبى لمتوازى المستطيلات = مجموع مسطحات أوجهه الأربعة .

والمسطح الكلى   المسطح الجانبى + مسطح القاعدتين .

وحجم متوازى المستطيلات = مساحة قاعدته × ارتفاعه

= طول قاعدته × عرضها × ارتفاع الوجه .



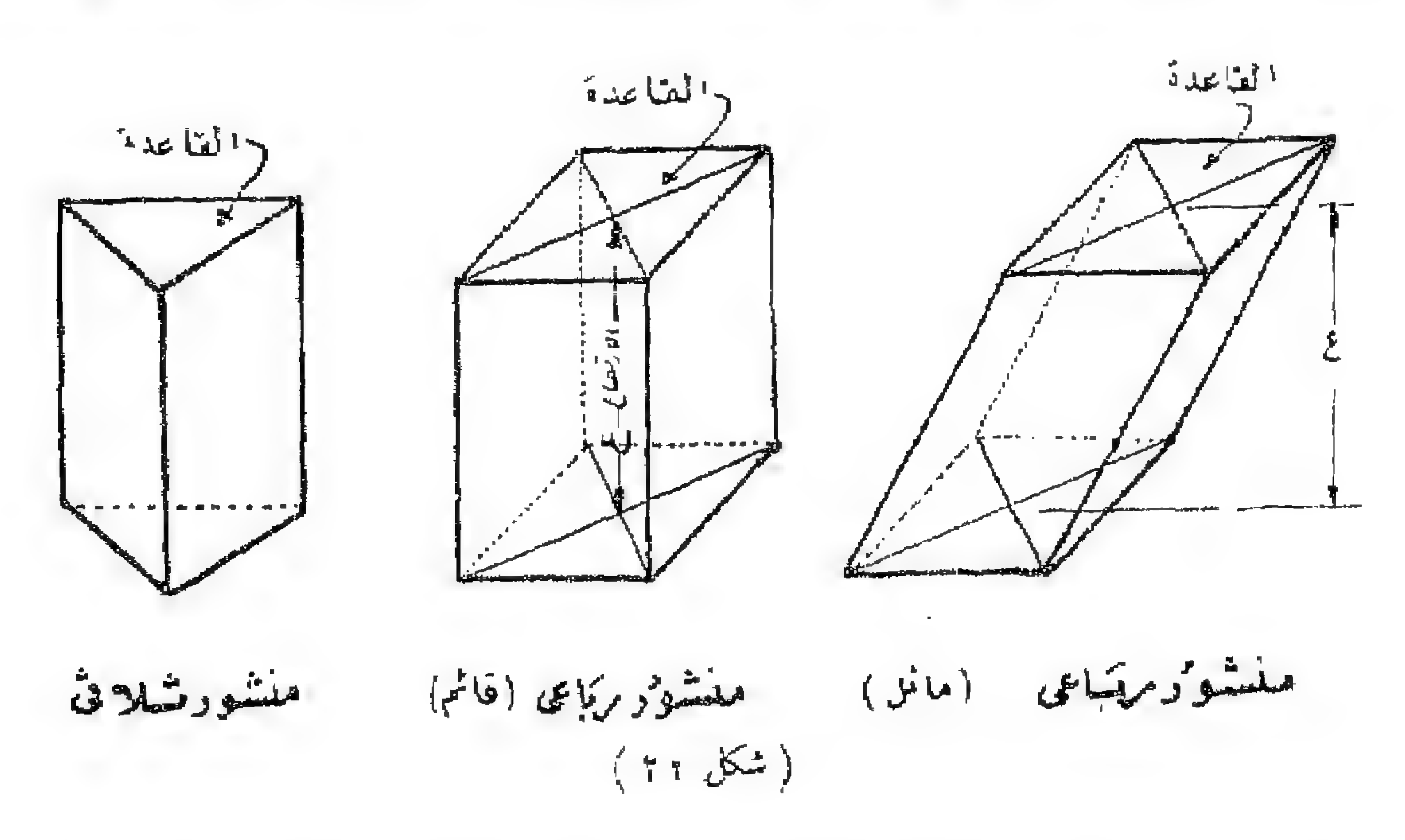
متوازى مستطيلات

(شكل ٢١)

٣ — المنشور — جسم محاط بعدة أوجه إثنان منها متوازيان ومتساويان ومتشابهان ويسميان بالقاعدتين وباقى الأوجه متوازيات أضلاع .

ويسمى المنشور تبعا لشكل القاعدة — فاذا كان مثلثا سمى المنشور ثلاثيا وإذا كانت شكلا رباعيا سمى المنشور رباعيا والمنشور الخماسى قاعدته شكل ذو خمسة أضلاع وهكذا .

وإذا تعامدت القاعدتان على بقية الأوجه الجانبية سمى المنشور قائما وإلا فيسمى مائلا .



منشور رباعى (مائل)   منشور رباعى (قائم)   منشور ثلاثى

(شكل ٢٢)

وبديهى أن الأوجه الجانبية فى المنشور القائم تكون كلها مستطيلات أو مربعات بينما فى المنشور المائل يكون كل منها متوازى أضلاع .

وارتفاع المنشور هو العمود بين كل من القاعدتين .

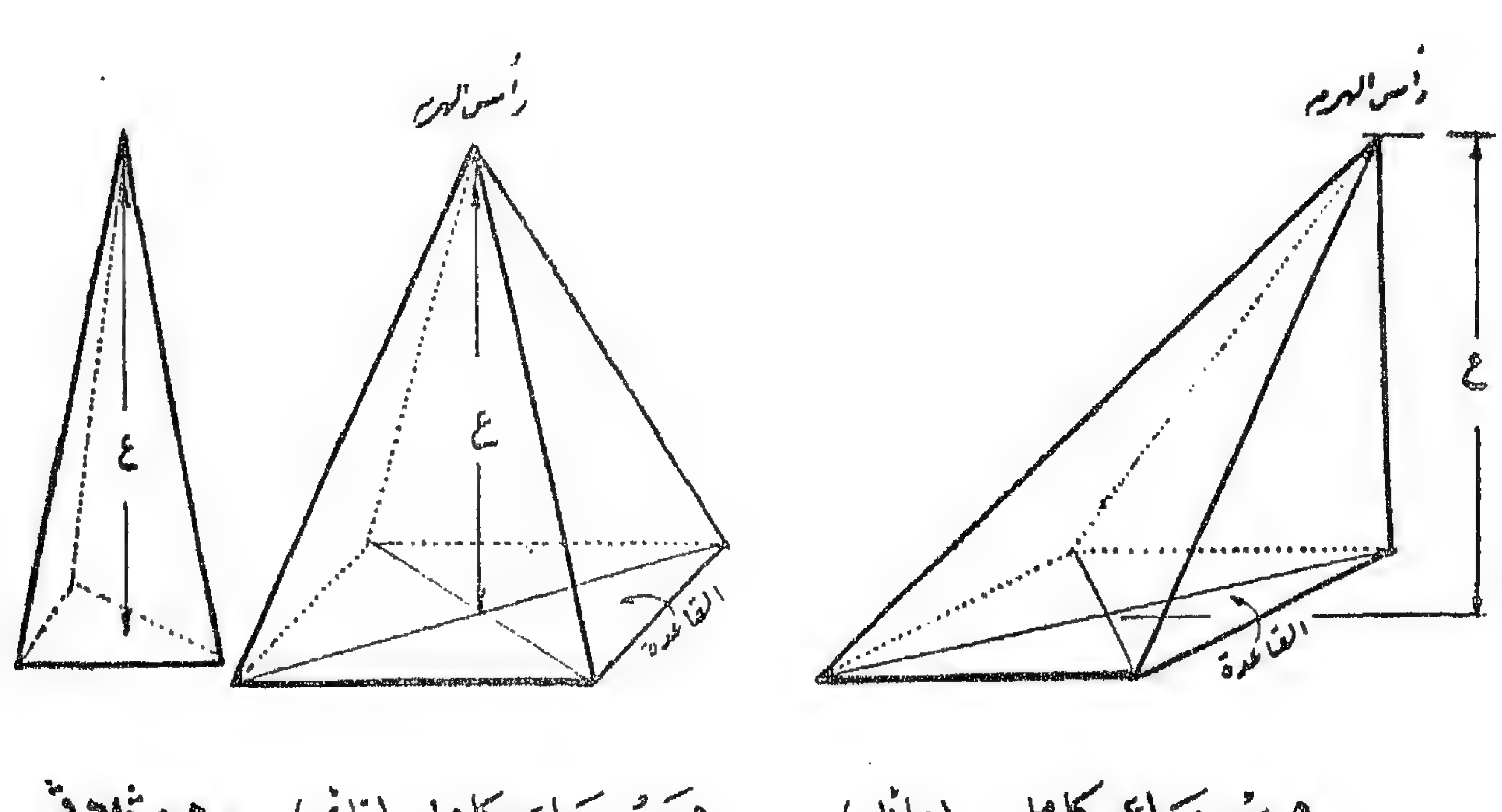
والمسطح الكلى للمنشور = مجموع مساحة أوجهه الجانبية + مساحة قاعدتيه .

وحجم المنشور = مساحة قاعدته × ارتفاعه .

٤ — الهرم — إذا كانت إحدى القاعدتين فى المنشور عبارة عن نقطة سمى الشكل هرما كاملا .

وعلى ذلك فهناك هرم ثلاثى ورباعى وخماسى .. الخ .. تبعا لشكل القاعدة .

وبديهى أن جميع الأسطح الجانبية للهرم الكامل مثلثات تنتهى فى نقطة واحدة هى رأس الهرم .



هرم رباعى كامل (مائل)　　هرم رباعى كامل (قائم)　　هرم ثلاثى

(شكل ٢٣)

والعمود النازل من الرأس إلى القاعدة هو ارتفاع الهرم — فاذا وقع الارتفاع فى مركز القاعدة كان الهرم قائما وإلا كان مائلا .

المسطح الجانبى للهرم القائم = مساحة أحد أوجهه × عددها .

$\frac{1}{2}$ (محيط القاعدة × الراسم) .

والراسم هو العمود من الرأس على أحد أضلاع القاعدة .

والمسطح الكلى للهرم = المسطح الجانبى + مساحة القاعدة .

وحجم الهرم = $\frac{1}{3}$ (مساحة القاعدة × الارتفاع) .

أما فى الهرم المائل فتكون المثلثات الجانبية له غير متساوية .

ومسطحه الكلى = مجموع مساحات أوجهه الجانبية + مساحة القاعدة .

وحجمه كحجم الهرم القائم .

٥ — المخروط — كالهرم غير أن قاعدته دائرة :

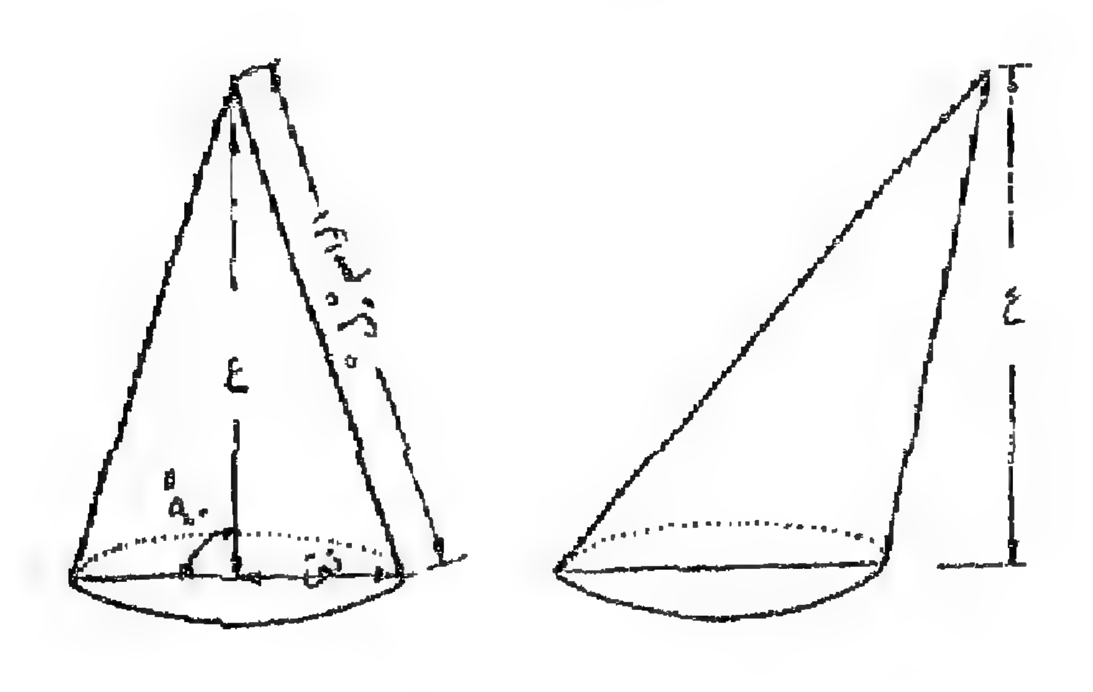
بمعنى أنه لو تصورنا مثلثا قائم الزاوية يدور حول أحد ضلعى القائمة (مع ثبات هذا الضلع) فإن وتر هذا المثلث يرسم مخروطا قائما .

وكما فى الهرم يسمى المخروط قائما إذا وقع ارتفاعه فى مركز قاعدته وإلا فيكون مائلا .

فإذا فرض أن "ع" ارتفاع المخروط

"ل" طول راسمه (من الرأس إلى أى نقطة على محيط القاعدة)

"نق" نصف قطر قاعدته



مخروط كامل (قائم)　　　مخروط كامل (مائل)

(شكل ٢٤)

(١) ن فإمساحة المسطح الجانبي للمخروط = ½ (محيط قاعدته × طول راسمه) = $\frac{٢ ط نق \times ل}{٢}$ = ط نق ل .

وراسمه ل = $\sqrt{ع^{٢} + نق^{٢}}$

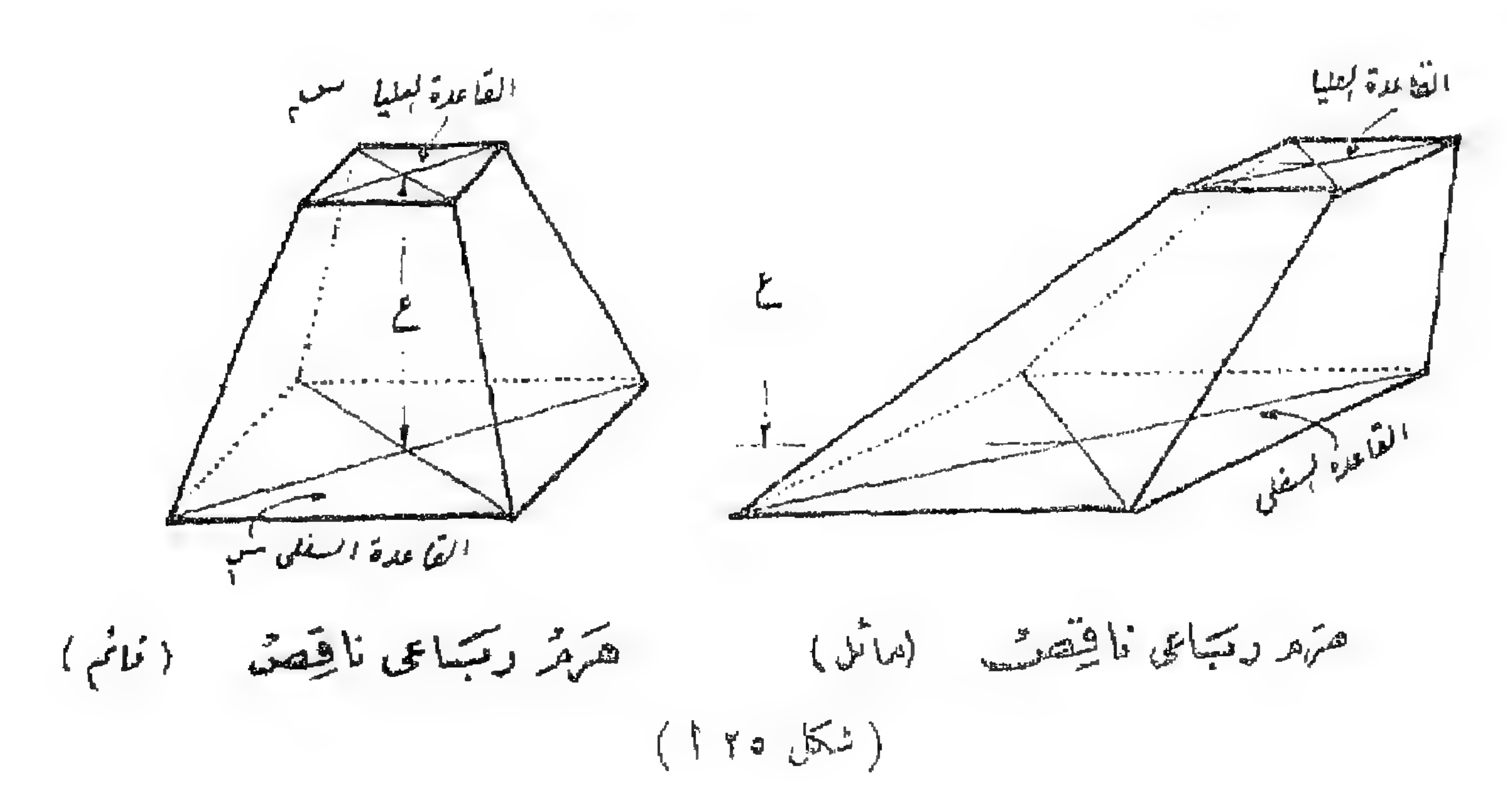
(٢) المسطح الكلى للمخروط = مسطحه الجانبي + مساحة قاعدته = ط نق ل + ط نق^{٢}

(٣) حجم المخروط = ⅓ (مساحة القاعدة × الارتفاع) = ⅓ ط نق^{٢} × ع

٦ — الهرم الناقص والمخروط الناقص :

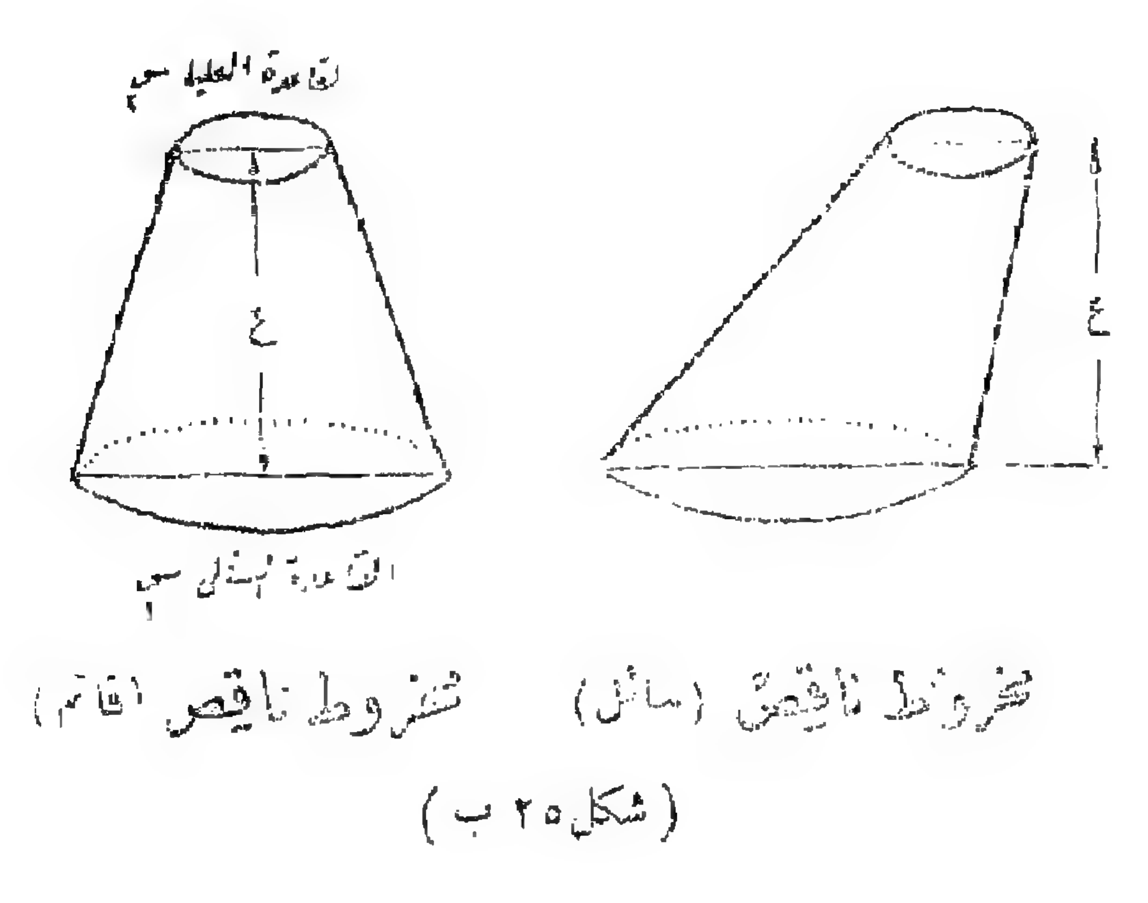
إذا قُطِعَ الهرم الكامل أو المخروط الكامل بمستوى يوازى القاعدة فإن الجزء الباقى من الجسم يسمى هرما ناقصا أو مخروطا ناقصا .

وبديهى أن المقطع الموازى للقاعدة هو شكل مشابه لها والعمود الواصل بين القاعدة الأصلية $س_1$ والقاعدة الناتجة $س_2$ هو ارتفاع الجسم ويفرض "ع"



هرم رباعى ناقص (مائل)　　　هرم رباعى ناقص (قائم)

(شكل ٢٥ أ)



مخروط ناقص (مائل)　　　مخروط ناقص (قائم)

(شكل ٢٥ ب)

(١) المسطح الجانبى الهرم الناقص أو المخروط الناقص

$= \frac{1}{2}$ (مجموع محيط القاعدتين × طول الراسم)

(٢) حجم الهرم الناقص أو المخروط الناقص

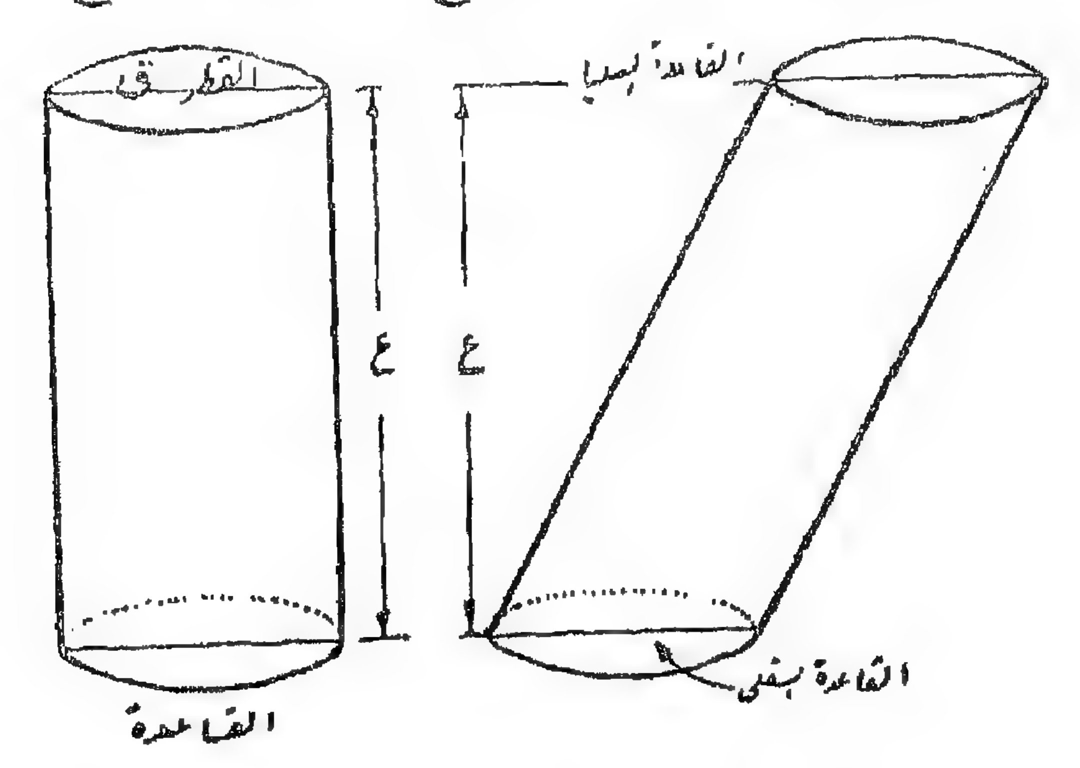
$= \frac{ع}{3} (س_1 + \sqrt{س_1 + س_2} + س_2)$.

٧ — الاسطوانة — الاسطوانة القائمة كالمنشور القائم غير أن كلا من قاعدتيها عبارة عن دائرة.

وبفرض "ق" قطر الأسطوانة القاعدة .

، "ع" ارتفاعها .

فالمسطح الجانبي = محيط القاعدة × الارتفاع = ٢ ط نق × ع



اسطوانة (مائلة)　　اسطوانة (قائمة)

(شكل ٢٦)

ومسطحها الكلى = المسطح الجانبي + مساحة القاعدتين

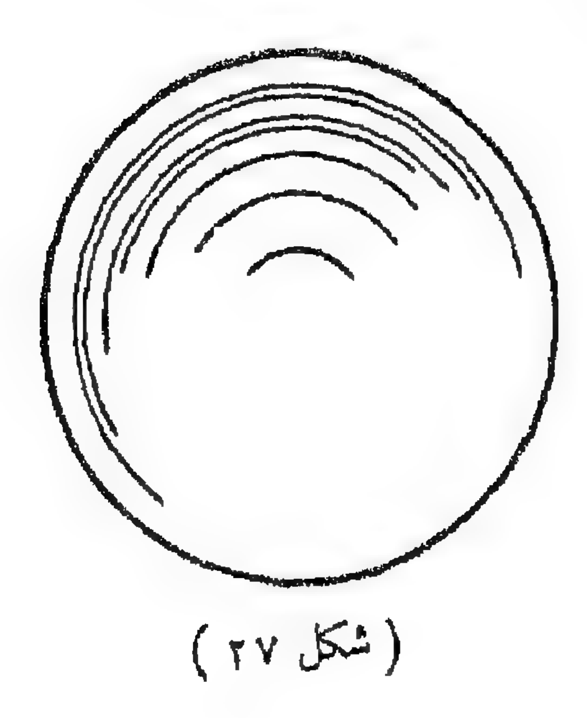
$=$ ٢ ط نق ع + ٢ ط نق^{2}

وحجم الأسطوانة = مساحة القاعدة × الارتفاع = ط نق^{2} ع

سواء أكانت قائمة أو مائلة

٨ — الكرة — لو تصورنا دائرة تلف حول قطر ثابت فيها فإنها تغلف كرة :

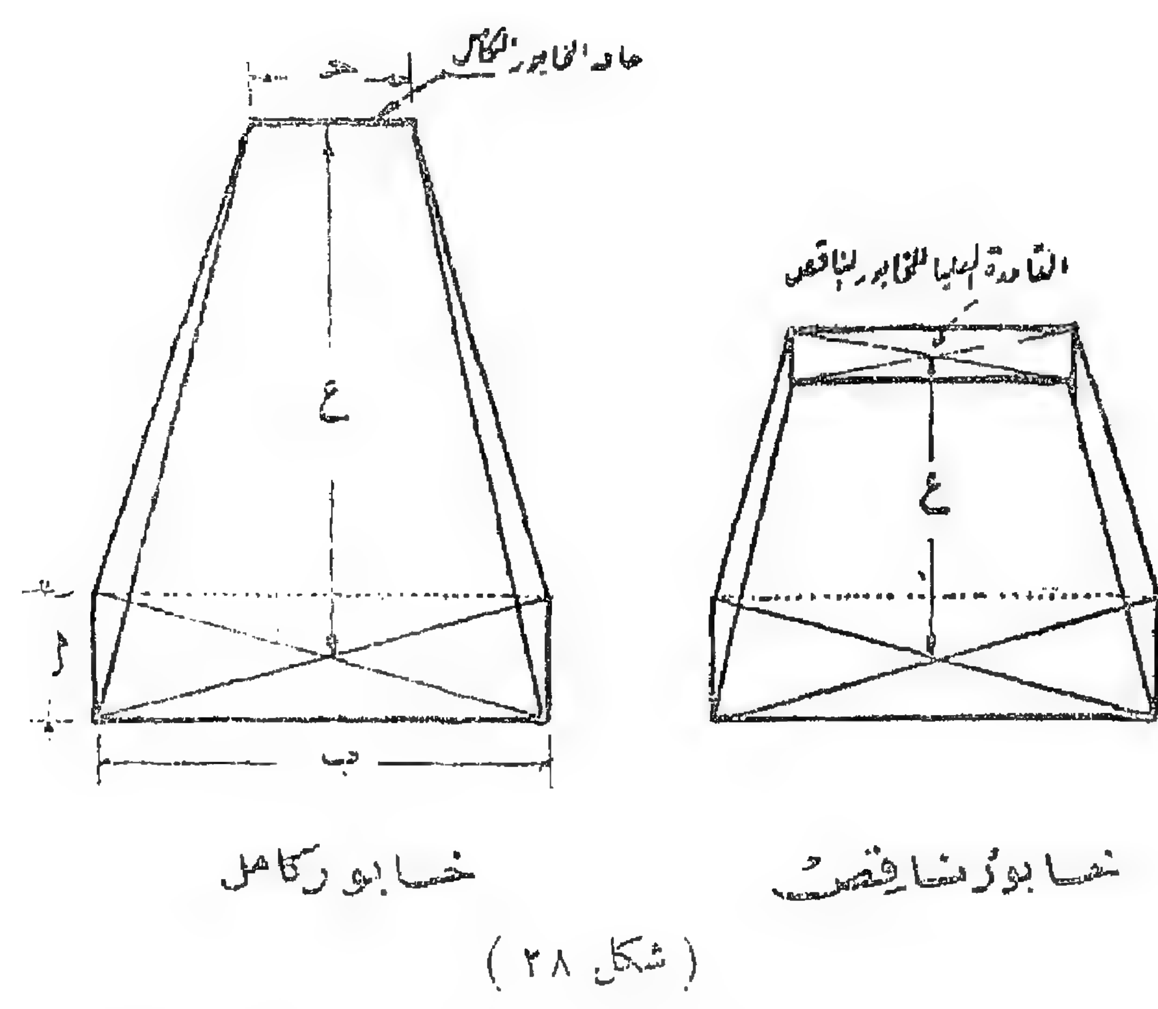
سطح الكرة = ٤ ط نق^{2}
حجم الكرة = $\frac{٤}{٣}$ ط نق^{3} } نق = نصف قطر الكرة



(شكل ٢٧)

٩ — الخابور — جسم له خمسة أوجه أحدها مستطيل (ويسمى بقاعدة الخابور) والأربعة الأوجه الأخرى مقامة على أضلاع هذه القاعدة واثنان منها مثلثان والآخران شبها منحرفين ويتلاقيان فى خط يوازى القاعدة (ويسمى بحافة الخابور) .

$$\text{حجم الخابور} = \frac{\text{ع ب}}{٦} \left(٢ \text{ا} + \text{جـ} \right)$$



(شكل ٢٨)

حيث "ا ، ب" بعدى القاعدة ، "جـ" طول الحافة ، "ع" الارتفاع من الحافة الى القاعدة .

والخابور الناقص ينتج من قطع الخابور بمستوى يوازى القاعدة .

١٠ — استعمال قانون سمسن للأحجام :

إذا كانت أوجه الجسم منحنية يستعمل قانون سمسن بعد تقسيمه بمستويات متوازية على مسافات ثابتة من بعضها وحساب مساحة كل منها وتطبيق قانون سمسن الخاص بالأحجام :

$$\text{الحجم} = \frac{\text{ل}}{٣} \left(\text{س}_{١} + ٤\,\text{س}_{٢} + ٢\,\text{س}_{٣} + \text{س}_{\text{ن}} \right)$$

حيث ل = المسافة المشتركة بين المساحات

$\text{س}_{١}$ ، $\text{س}_{\text{ن}}$ = المساحة الأولى والمساحة الأخيرة

$\text{س}_{٢}$ = مجموع المساحات الزوجية

$\text{س}_{٣}$ = مجموع المساحات الفردية

ويلاحظ أنه هو نفس العلاقة المستنتجة من قانون سمسن عند استخراج المساحات غير أن الإحداثيات استبدلت هنا بمساحات .

وقد يفهم تطبيقه إذا أردنا حساب حجم كوم من السماد ارتفاعه ١٦ مترا ومساحة قاعدته ٧٩٩م^{٢} والمساحات موازية لها على ارتفاع مترين على التوالى هى :

٧٤٠ ، ٦٦٠ ، ٥٩٠ ، ٥٠٥ ، ٤٠١ ، ٣٠٠ ، ١٨٠ مترا مربعا .

الحـــل :

يطبق قانون سمسن للأحجام حيث إن المساحات مأخوذة على أبعاد متساوية من بعضها قدر كل منها متران .

المساحة الأولى ٧٩٩ م^{٢} والمساحة الأخيرة ١٨٠ م^{٢}

المساحات الزوجية هى الثانية والرابعة والسادسة

ومجموعها = ٧٤٠ + ٥٩٠ + ٤٠١ = ١٧٣١ م^{٢}

المساحات الفردية هى الثالثة والخامسة والسابعة

ومجموعها = ٦٦٠ + ٥٠٥ + ٣٠٠ = ١٤٦٥ م^{٢}

∴ الحجم = $\frac{\text{ل}}{٣}$ (س$_{١}$ + ٤ س$_{٢}$ + ٢ س$_{٣}$ + س$_{٨}$)

= $\frac{٢}{٣}$ (٧٩٩ + ٤ × ١٧٣١ + ٢ × ١٤٦٥ + ١٨٠)

= $\frac{٢}{٣}$ × ١٠٨٣٣

= ٧٢٢٢ م^{٣}

الباب الثانى
فى المساحة بالجنزير

الغرض من أعمال مساحة الأراضى هو قياس أبعاد أى جزء من الأرض ثم رسمه بتماله على الخرائط بنسبة معينة ولهذه الخرائط أهميتها فى الأعمال الزراعية كتحديد القطع وحساب مسطحاتها وكذا فى الأعمال الهندسية لتخطيط وتنفيذ أغلب المنشآت كالترع والمصارف والطرق والسكك الحديدية وغيرها .

وتنقسم المساحة بوجه عام إلى قسمين هما مساحة بسيطة (مستوية) تهمل فيها كروية الأرض وجيود وسية يعمل فيها حساب الكروية ولا نرى موجبا للتعمق فى وصف النوعين . وتتم عمليات المساحة البسيطة بطرق عدة أبسطها وأكثرها استعمالا هى المساحة بالجنزير .

وتستعمل المساحة بالجنزير عادة لرفع القطع ذات المساحات الصغيرة أو فى المساحات الكبيرة بعد تجزئتها الى اجزاء صغيرة وقد سميت المساحة بالجنزير بهذا الاسم نظرا لأن الجنزير هو أهم الآلات المستعملة فيها مع بعض الأدوات الأخرى كالأوتاد والشوك والأشرطة والشواخص وغيرها .

وفيما يلى وصف لكل منها .

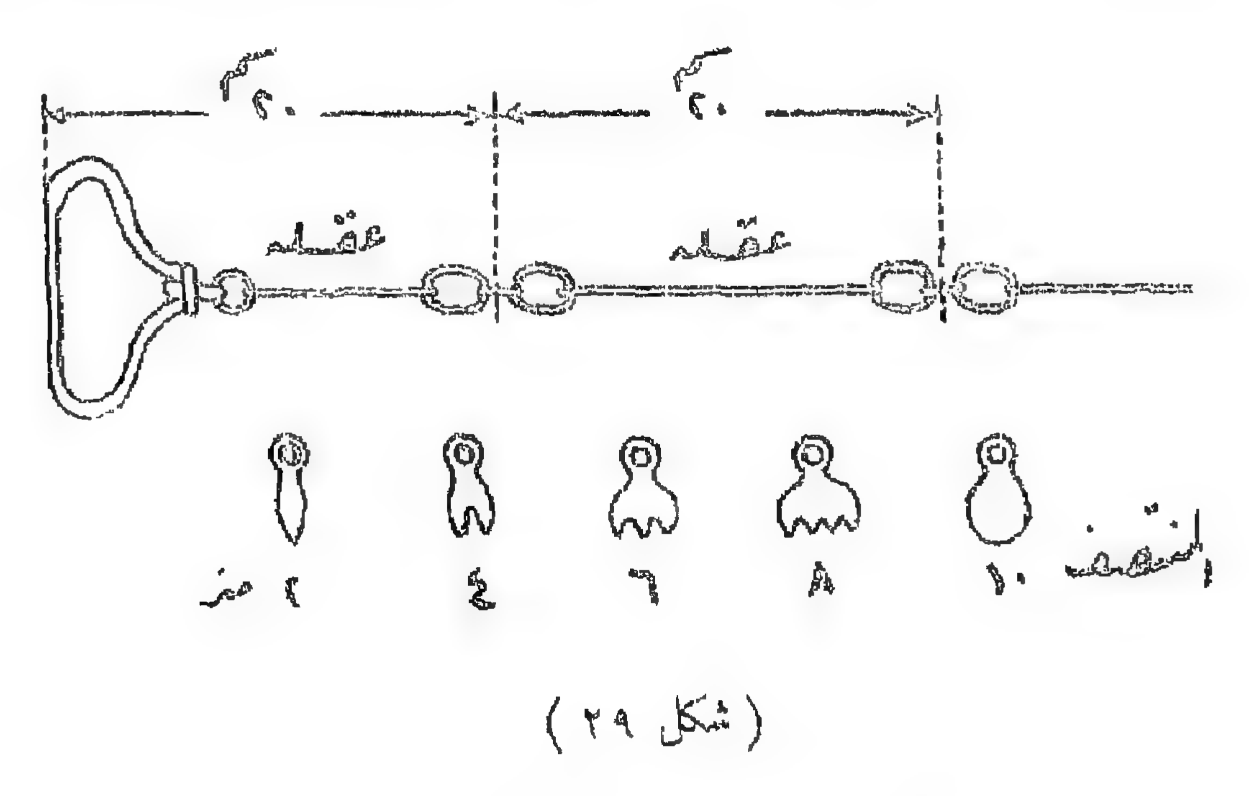
الفصل الأول
الآلات المستعملة فى المساحة بالجنزير

والآلات المستعملة فى المساحة بالجنزير هى — الجنزير ، الأشرطة ، الشوك ، الشواخص والأوتاد وغيرها :

١ — الجنزير :

طوله ٢٠ مترا عبارة عن ١٠٠ عُقلة تتصل كل منها بالأخرى بثلاث حلقات بيضاوية الشكل وتكوّن كل عقلة مع الثلاث الحلقات المجاورة لها وحدة طولها ٢٠ سم وفى كل من نهايتى الجنزير

قبضة نحاسية طولها محسوب ضمن طول العقلة المجاورة لها بمعنى أن طول الجنزير يقاس من الأحرف الخارجية لهاتين القبضتين وتسهيلا لقراءة كسور الجنزير وضعت علامات نحاسية لكل مترين (أى لكل عشر عقل بحلقاتها) وتختلف هذه العلامات فى الشكل لتبين الأبعاد المختلفة .



(شكل ٢٩)

فالعلامة التى لها سن واحدة تبعد عن طرف الجنزير القريب منها مترين والبعيد عنها ١٨ مترا .

والعلامتان ذواتا السنتين تبعد كل منهما عن طرف الجنزير القريب منها ٤ أمتار والبعيد عنها ١٦ مترا .

والعلامتان ذواتا الثلاثة الأسنان تبعد كل منهما عن طرف الجنزير القريب منها ٦ أمتار والبعيد عنها ١٤ مترا .

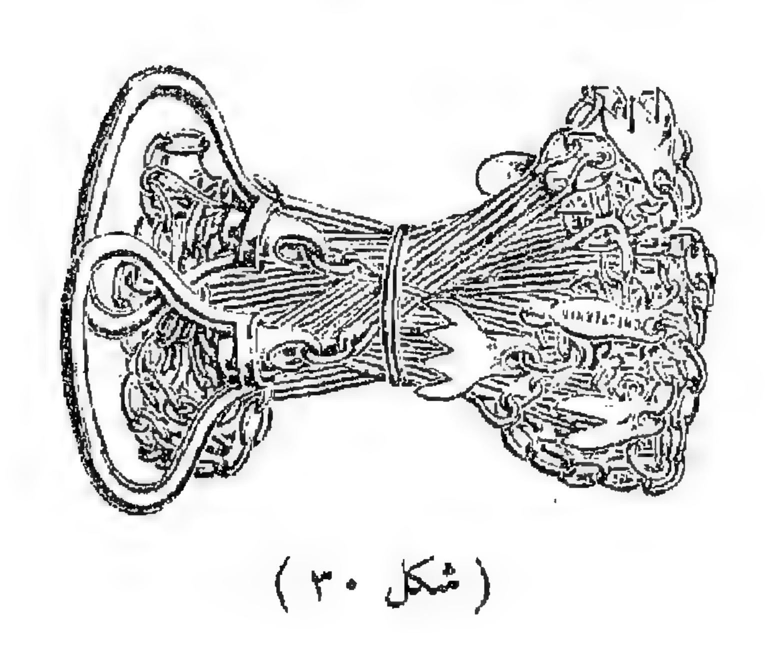
والعلامتان ذواتا الأربعة الأسنان تبعد كل منهما عن طرف الجنزير القريب منها ٨ أمتار والبعيد عنها ١٢ مترا .

كما توجد علامة واحدة مستديرة تدل على منتصف الجنزير بالضبط أى أنها على بعد ١٠ أمتار من كل من طرفيه .

ويلزم عند قراءة كسور الجنزير ملاحظة ما تبينه أقرب علامة نحاسية واقعة قبل نهاية الخط المقيس بالضبط ومعرفة مدلولها كما سبق ، ثم إضافة طول هذه المسافة التى تدل عليها إلى بقية البعد بينها و بين نهاية الخط المقيس وذلك بعد العقل الواقعة فيه ، باعتبار كل عقلة ٢٠ سم كما سبق . و باضافة هذا الكسر من الجنزير الى عدد طرحات الجنزير الكاملة على أساس أن الطرحة الواحدة عشرون مترا ينتج طول الخط المطلوب قياسه .

وعند الانتهاء من استعمال الجنزير يلزم تنظيفه وتجفيفه ثم تجمع كل عقلتين معا وفى النهاية تربط الحزمة المتكونة من وسطها بحزام "طوق" من الجلد ويحفظ الجنزير على هذه الحالة لحين استعماله مرة أخرى ، إذ يفك الحزام حينئذ وتمسك المقابض النحاسية باليد اليسرى بينما تحمل ربطة

الجنزير باليد اليمنى وتقذف إلى الأمام بشدة فى اتجاه الخط المراد قياسه مع بقاء القبضتين فى اليد اليسرى وبذلك ينفرد الجنزير على الأرض الى نصفين متجاورين حيث يفرد على كامل طوله لتبدأ عملية القياس . ويجب أن تتم عملية الفرد هذه بعناية تامة حتى لا تلتوى العقل أو تتشابك بعضها مع بعض ومع الحلقات وتلتف حول بعضها .



(شكل ٣٠)

معايرة الجنزير :

أى التأكد من صحة طوله من وقت لآخر بموازنة طوله بطول جنزير ثابت غير مستعمل أو بشريط من الصلب إذ كثيرا ما يتعرض طوله للتغيير إما بالزيادة أو النقص فقد تزداد بسبب انبعاج بعض الحلقات التى تربط العقل بعضها ببعض ويعالج ذلك بطرق الحلقات المفتوحة وإعادة قفلها أو استبدال غيرها بها كما يقصر طول الجنزير لأسباب أهمها :

(١) التواء بعض العقل وهذه تفرد وتصلح .

(٢) ضياع بعض الحلقات التى تربط العقل وهذه يلزم وضع غيرها بنفس طولها لكى تبقى العلامة النحاسية المستديرة فى منتصف الجنزير تماما .

(٣) تشابك بعض العقل ببعضها الآخر وهذه يلزم تسليكها .

(٤) تعلق بعض الطين بالجنزير فى أثناء العمل مما يصعب معه فرده بكامل طوله وعندئذ يغسل الجنزير وينظف .

٢ — الشريط :

الأشرطة على أنواع منها التيل والتيل المقوى بأسلاك معدنية لتقليل تمدده بالشد أو انكماشه بالرطوبة ثم الشريط الصلب ذى العلبة أو ذى البكرة .

وتستعمل الأشرطة بأنواعها المختلفة لأخذ المقاسات المتممة لمقاسات الجنزير كأعمال التحشية أى قياس الإحداثيات وهى الأبعاد العمودية على خط الجنزير حتى حدود القطعة .

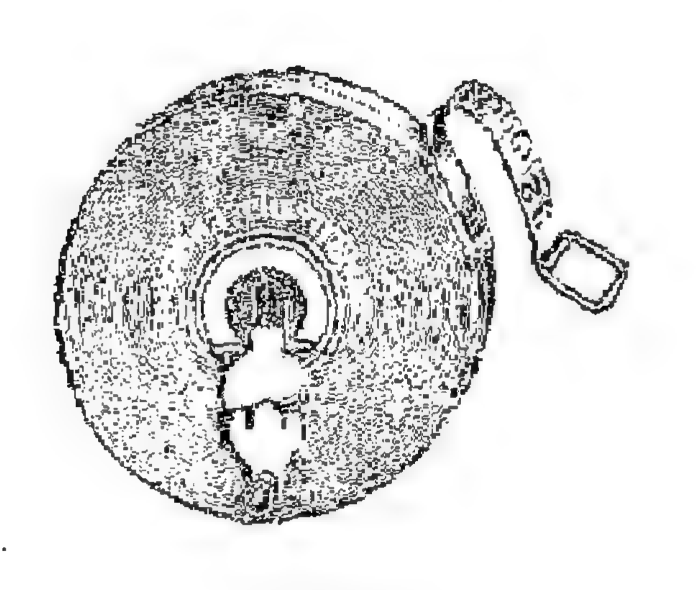
والشريط التيل خفيف سهل الاستعمال غير أنه سريع التلف ويتأثر بالرطوبة وأطواله ١٠ أو ٢٠ أو ٣٠ مترا ويستعمل لقياس الأطوال والأحداثيات التي تتطلب دقة انسابية ٥ سم وأحد وجهيه مقسم إلى بوصات وأقدام والوجه الآخر إلى أمتار وسنتيمترات ويلاحظ أن الأرقام الدالة على الأمتار مكتوبة بالأحمر .



(شكل ٣١)

أما الشريط الصلب وطوله ٢٠ أو ٣٠ مترا فهو أدق أنواع الأشرطة لقلة التغير في طوله ولذا فهو يستعمل في المقاسات الدقيقة كما تقارن به أطوال الأشرطة التيل والجنزير .

ويلف الشريط التيل أو الصلب حول محوره داخل علبة من الجلد مستديرة ومقفلة ويبدأ بحلقة معدنية صغيرة طولها محسوب ضمن طول الشريط وتبقى هذه الحلقة خارج العلبة حتى يسهل جذب الشريط منها عند بدء العمل .



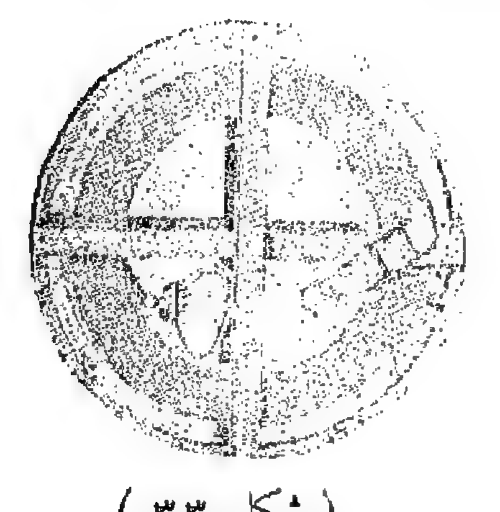
(شكل ٣٢)

وعند الانتهاء من العمل يُلف الشريط داخل علبته بأن يحمل الشخص العلبة باليد اليسرى واضعا الشريط بين أصبعيه الوسطى والسبابة ثم يدير المحور بيده اليمنى فيمر الشريط بين أصبعيه قبل دخوله في العلبة مباشرة وذلك ضمانا لعدم تعقده والتفافه أثناء دخوله .

٣ — الشريط الصلب ذو البكرة :

طوله ٢٠ أو ٣٠ مترا ومقطعة بعرض حوالي ٢ سم وسمك حوالي $\frac{1}{2}$ ملليمتر يلف عند عدم استعماله على هيكل من المعدن على شكل على شكل بكرة ويكون من طرفي الشريط مقبض من النحاس كما في الجنزير تماما .

ويفضل استعماله فى المقاسات الدقيقة لخفته وسهولة استعماله ولأنه لا يختل بسهولة إذا ما اعتنى به حتى لا يلتوى وقت العمل مع تجفيفه وتزييته عقب الانتهاء من عملية القياس .

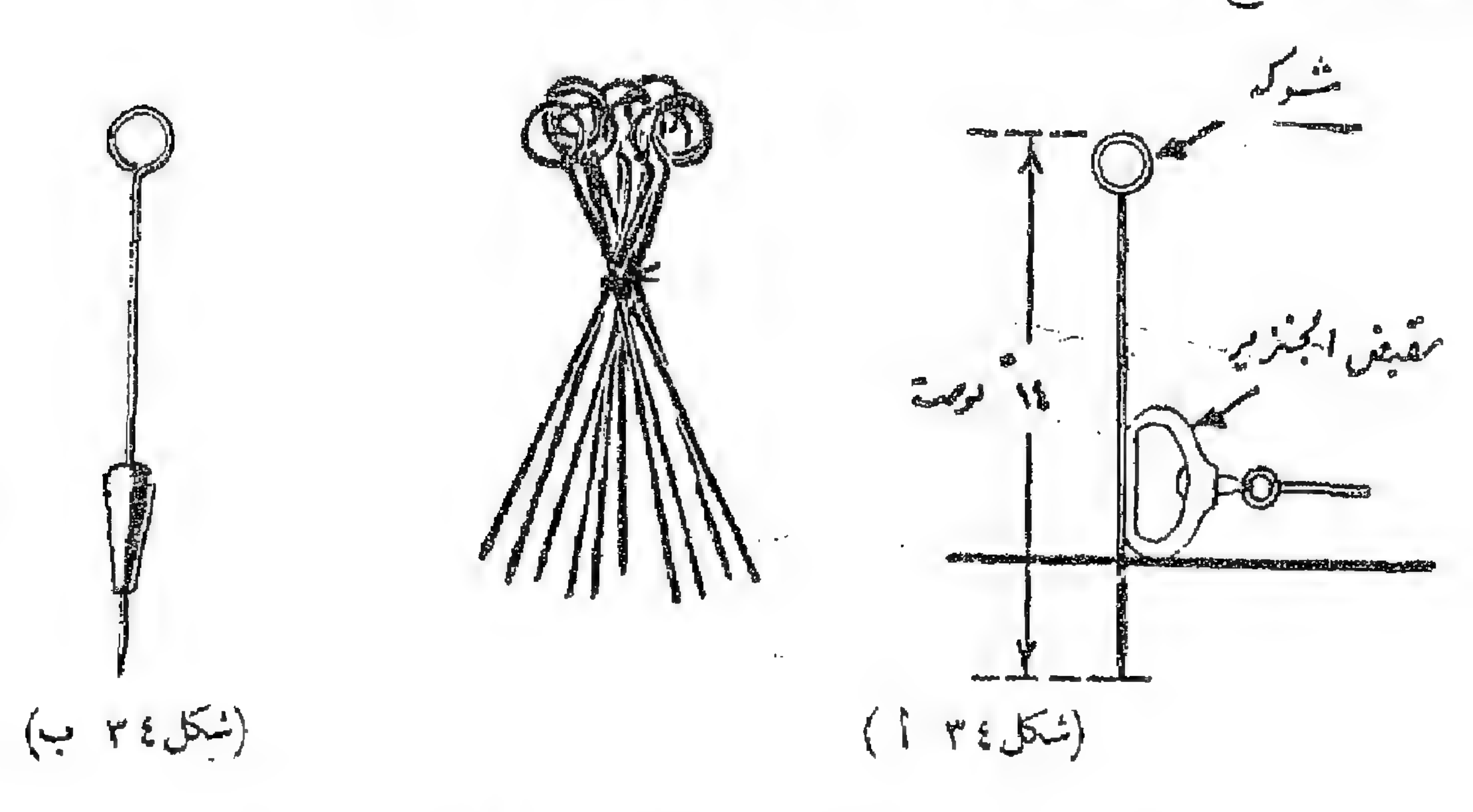


(شكل ٣٣)

وتوجد علامات نحاسية صغيرة مستديرة على بعد ٢٠ سم من بعضها كما توجد علامات أخرى أكبر من السابقة على بعد متر من بعضها وعلاوة على ذلك فهناك علامات نحاسية بيضية الشكل على بعد مترين من بعضها ومدون عليها بالترتيب من أحد طرفى الشريط الأرقام ٢ و ٤ و ٦ و ٨ إلى ١٨ مترا وعلى نفس هذه العلامات من الجانب الآخر للشريط مدون الأرقام ١٨ و ١٦ ... و ٤ و ٢ من الأمتار وذلك لإمكان استعمال الشريط للقياس ابتداء من كل من طرفيه . على أن بعض أنواع هذا الشريط مقسم تقسيما تاما أى إلى أمتار وكسورها كما فى الشريط الصلب ذى العلبة .

٤ — الشَّوَكْ :

أسلاك من المعدن بطول ٣٠ — ٣٥ سم بطرف مدبب ليسهل غرسها فى الأرض وطرفها الآخر ملفوف على هيئة دائرة لحملها وغرسها . وقد يربط فى هذا الطرف الدائرى قطعة من القماش الملون لتوضيح مكان الشوكة مساعدة على رؤيتها أو التوجيه عليها .



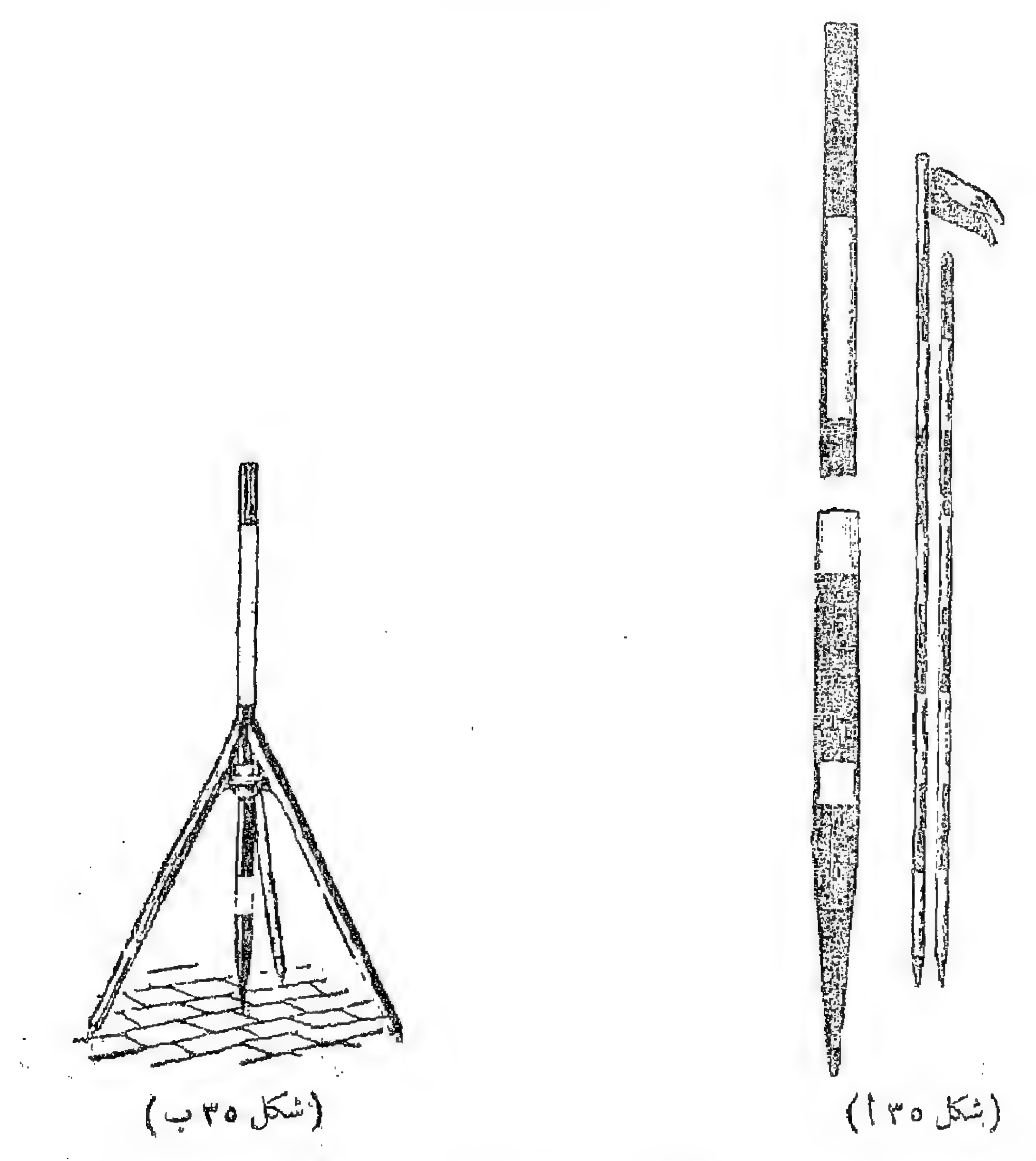
(شكل ٣٤ أ) (شكل ٣٤ ب)

ويلزم عادة أثناء القياس حوالى عشر شوك لغرسها فى الأرض لتعيين مواقع نهايات الجنزير حيث تغرس شوكة عند نهاية كل طرحة خارج مقبض الجنزير مباشرة فعدد الشوك المغروسة يدل على عدد طرحات الجنزير .

والشوكة المتقلة كالعادية غير أنها قد تكون أطول منها ، بأسفلها ثقل يجعلها تنزل رأسية وخصوصا عند القياس على الأرض المنحدرة لتحديد المساقط الأفقية للنقط المرتفعة عن سطح الأرض .

٥ — الشواخص :

الشاخص عمود من الخشب طوله يختلف من مترين إلى خمسة أمتار وسمكه حوالى ٥ سم بقطاع دائرى أو مثمن وقاعدة مدببة مكسية بمخروط معدنى لحمايتها ولسهولة غرسها بالأرض .



(شكل ٣٥ ب) (شكل ٣٥ ا)

وتُطلى الشواخص بمجموعة من الألوان المختلفة كل نصف أو ربع متر غالبا وذلك لسهولة تمييزها ولإمكان استعمالها أيضا فى قياس الأحداثيات بالتقريب ولذا فهى تُلوّن بالألوان الأحمر والأبيض أو الأسود والأبيض على التوالى .

وقد توضع قطعة من القماش بأعلى الشاخص كراية لتوضيح رؤيته على المسافات البعيدة .

وتوضع الشواخص فى نقط اتصال خطوط الجنزير أى عند ابتداء ونهاية كل خط منها وكذلك فى النقط المتوسطة بينها إذا احتاج الأمر لتشخيص الاتجاه الطويل .

وللشاخص قاعدة يُحمل دايها عند ما لا يمكن غرسه فى الأرض لصلابتها .

الفصل الثانى

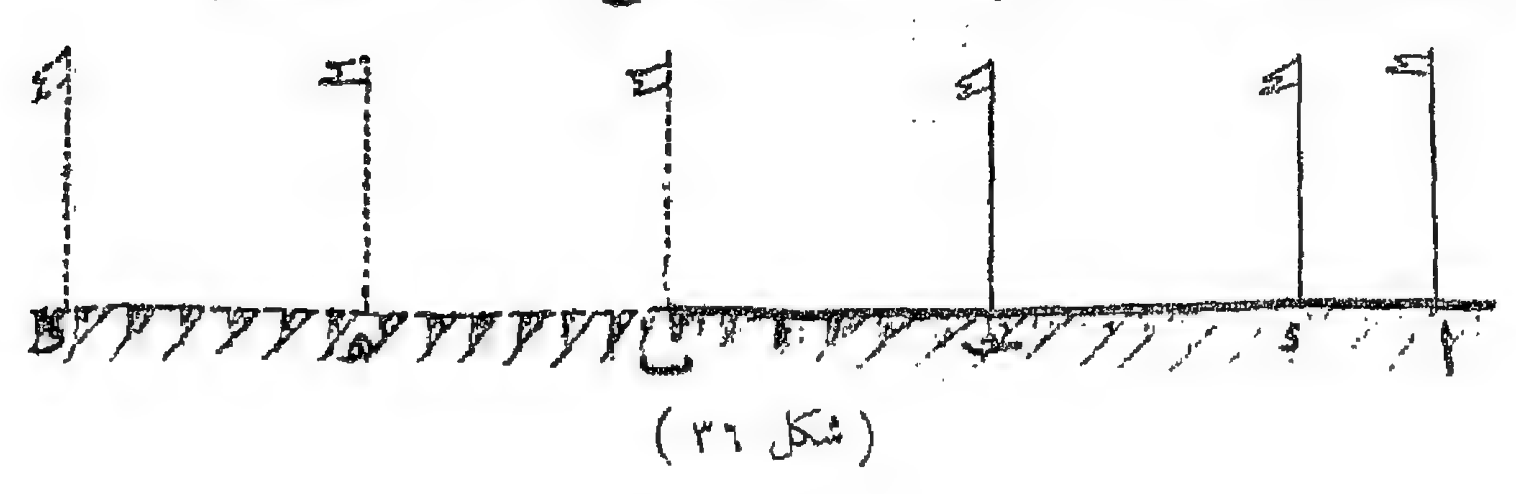
تشخيص الخطوط وقياسها

المقصود بتشخيص الاتجاه ضبط وضع عدة شواخص متقاربة على الاتجاه تماما ليسهل قياس المسافات القصيرة التى بينها فى الاتجاه المضبوط للخط ضمانا لقياسه مستقيما غير منكسر للحصول على الطول المضبوط له . إذ قد يحدث بغير عملية التوجيه هذه أن يقاس الخط متعرجا أو مائلا فيعطى طولا أكثر من طوله الحقيقى وكل خط يجب تشخيصه قبل قياسه . وللتشخيص حالتان :

الحالة الأولى :

إذا أمكن رؤية إحدى نهايتى الاتجاه "ا ب" من نهايته الأخرى .

أى إذا أمكن من نقطة " ا " رؤية الشاخص الموضوع فى "ب" أو العكس .



(شكل ٣٦)

يقف شخص خلف الشاخص " ا " بمسافة قليلة و يأمر بتحريك ذراعه — شخصا آخر يحمل الشاخص "ج" .

بالتحرك يمينا أو يسارا حتى تمتنع رؤية الشاخص " ب " من خلف " ج " وبذلك يصبح الشاخص "ج" . فى الاتجاه "ا ب" بالضبط فيثبت فى مكانه .

تكرر هذه العملية مع " د " حتى يحجب الشاخص " د " رؤية كل من الشاخصين "ج" ، "ب" وهكذا .

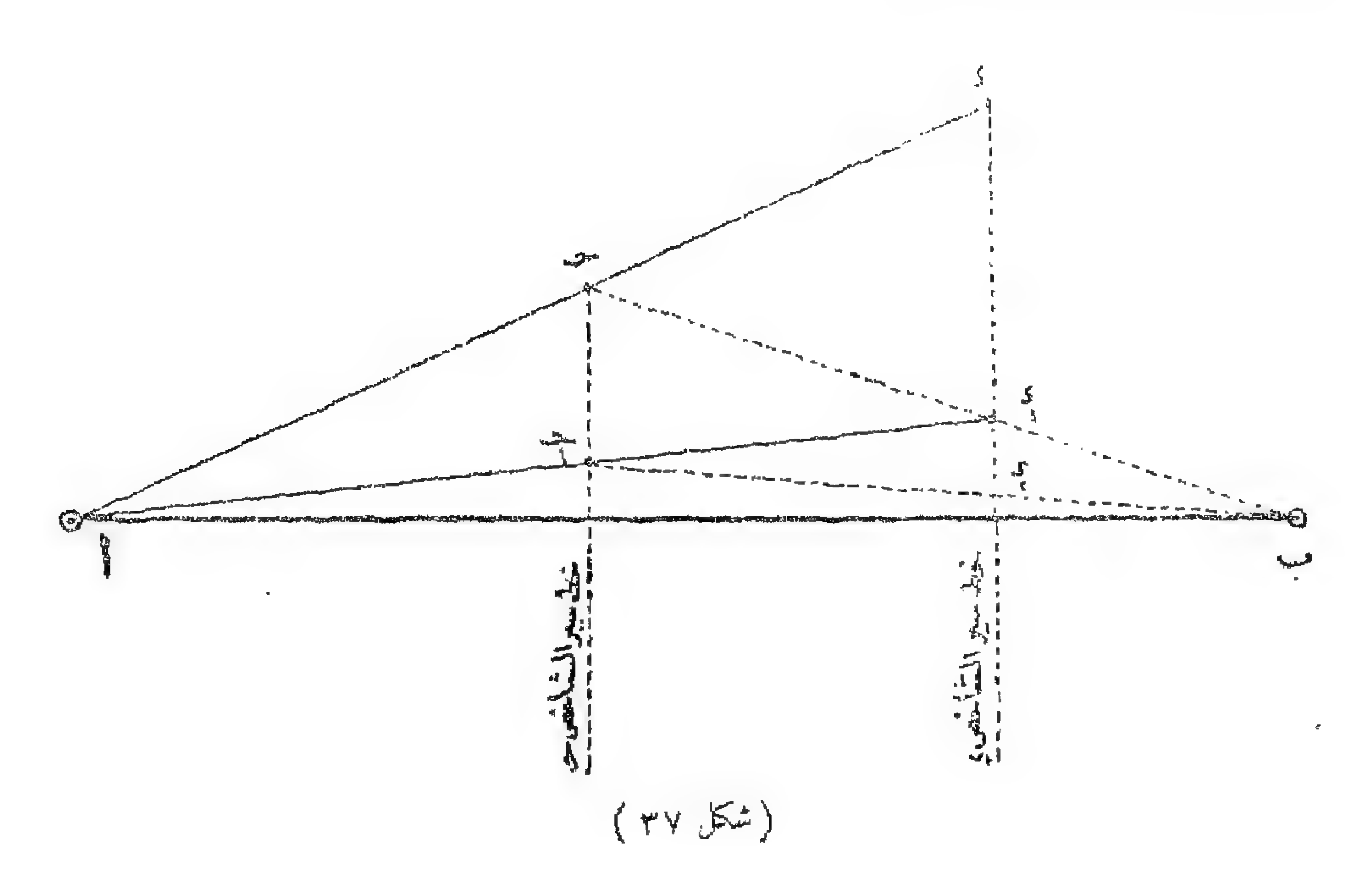
على أنه يمكن لحامل الشاخص "د" أن يضعه فى الاتجاه "ا ب" دون الاستعانة بارشاد الشخص الموجود خلف " ا " وذلك بأن يحرك " د " نفسه يمينا أو يسارا حتى لا يرى هو الشاخص "ج" أو "ب" من خلف الشاخص الذى فى يده .

وبنفس هذه الكيفية يمكن مد الاتجاه "ا ب" .

ويلزم عند التوجيه مراعاة النظر دائما إلى قواعد الشواخص ثم تثبيتها رأسية .

الحالة الثانية :

إذا تعذرت رؤية احدى نهايتي الإتجاه من نهايته الأخرى بسبب طوله أو لوجود مانع يمكن القياس عليه كمرتفع من الأرض .



(شكل ٣٧)

وفي هذه الحالة يوضع الشاخصان "جـ ، د" على مسافات معقولة من كل من نهايتي الاتجاه "ا ب" بحيث أن الحامل للشاخص "جـ" يرى وهو في جميع أوضاعه الشاخص "ب" وبالمثل يرى الحامل للشاخص "د" في جميع أوضاعه الشاخص "ا" .

ثم يحاول كل من "جـ" ، "د" أن يضع شاخصة في الاتجاه "ا ب" ثم ينظر "د" الى "ا" ويأمر "جـ" بالتحرك يمينا أو يسارا حتى يصبح الشاخص "جـ" على الإتجاه "د ا" حيث يأمره حينئذ بتثبيته في نقطة "جـ".

وبالمثل ينظر "جـ" إلى "ب" آمراً "د" بتحريك نفسه يمينا أو يساراً حتى يقع الشاخص "د" على الاتجاه "جـ ب" في الموضع "د$_{١}$" حيث يثبت .

وتكرر هذه العملية اذ ينظر "د$_{١}$" الى "ا" مرة أخرى آمرا "جـ" بالتحرك حتى يصبح واقعا على الاتجاه "د$_{١}$ ا" حيث يثبت نفسه في "جـ$_{١}$" مثلا ثم ينظر "جـ$_{١}$" إلى "ب" ويأمر "د$_{١}$" بالتحرك حتى يصبح على الاتجاه "جـ$_{١}$ ب" حتى يثبت نفسه في "د$_{٢}$" .

وهكذا حتى نصل فى النهاية الى أن يصبح كل من "د" ، "جـ" واقعا على الإتجاه "ا ب" الأصلى وحتى تم ذلك لا يرى الشخص الواقف خلف الشاخص "د" الشاخص الذى فى "ا" لاحتجابه خلف الشاخص "جـ" كما لا يمكن الشخص الذى يقف خلف الشاخص "جـ" أن يرى الشاخص "ب" بسبب تحجب الشاخص "د" له بمعنى أن الشواخص الأربعة "ا جـ د ب" تصبح على اتجاه واحد أى أن الإتجاه "ا ب" يصبح موجها .

(ملاحظة) اذ كان المرتفع بين "ا" ، "ب" جسرا أو تلا يراعى انتخاب موقع كل من "جـ" ، "د" فوق الجسر أو التل لكى يسهل منهما رؤية النقطتين "ب ، ا" على التوالى كما سبق ذكره .

قياس الخطوط :

بعد أن يتم التشخيص يبدأ القياس وقد تكون الأرض مستوية منبسطة أو منحدرة أو متدرجة .

١ — فالقياس على أرض منبسطة بالجنزير يستعان بشخصين أحدهما (الدليل) يقوم بفرد الجنزير فى الاتجاه ثم شده وغرس شوكة فى الأرض عند نهاية كل طرحة للجنزير بينما يقوم الشخص الثانى (ويعرف بالتابع) بتوجيه الدليل على الإتجاه تماما ثم جمع الشوك التى يغرسها الدليل عند وصوله اليها .

ولإجراء عملية القياس يثبت التابع قبضة الجنزير فوق نقطة ابتداء المقاس بينما يحمل الدليل عشر شوك فى يده ويجر الجنزير من احدى قبضتيه باليد الأخرى ويسير فى الإتجاه والجنزير مفرود على كامل طوله اذ يمسك بشوكة رأسية ويحركها تحت ارشاد التابع حتى تصير واقعة على الاتجاه تماما ثم يحرك الدليل الجنزير بعد شده جيدا حتى يمس الشوكة المغروسة ليصبح فى الاتجاه ثم ينقل الشوكة و يغرسها ثانيا مماسة لقبضة الجنزير من الخارج عند منتصفها ثم يتحقق التابع من صحة وقوع الشوكة على الاتجاه وبهذا تنتهى الطرحة الأولى من طرحات الجنزير وتبدأ الطرحة الثانية بأن يترك الدليل الشوكة مغروسة فى الأرض ويسير قابضا على طرف الجنزير وخلفه التابع قابضا على الطرف الآخر حتى يصل الأخير الى الشوكة الأولى حيث يجعلها تمس مقبض الجنزير من الداخل و يضع الدليل نفسه فى الاتجاه بوجه التقريب ثم يضبط التابع توجيهه كما سبق ويتمان الطرحة الثانية .

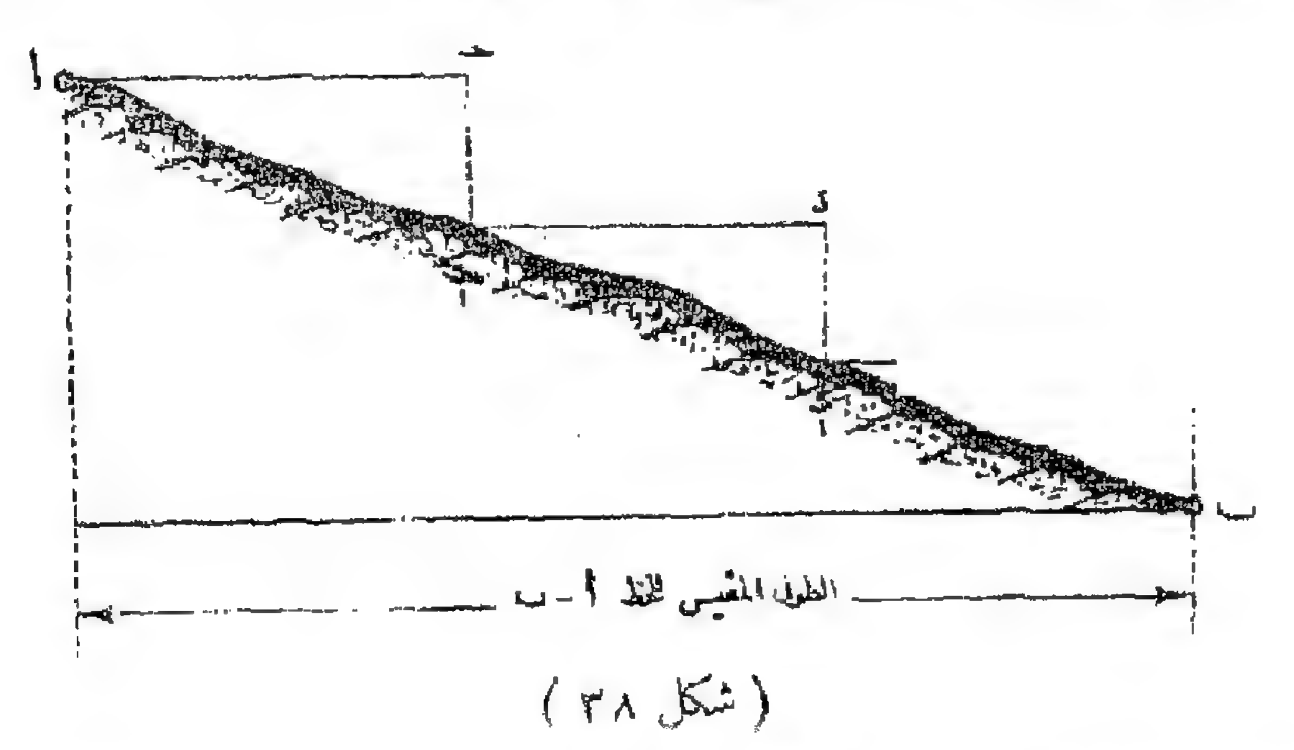
تتكرر الطرحات وفى نهاية كل طرحة يغرس الدليل شوكة يلتقطها التابع فى أول الطرحة التالية وهكذا تكفى العشر شوك التى مع الدليل لعشر طرحات أى لمسافة ٢٠٠ متر حيث يثبت شاخص نهايتها و يقيد فى الدفتر مايدل على قياس ٢٠٠ متر منعا للخطأ وهنا أيضا يعيد التابع العشر شوك للدليل حيث تبدأ عملية القياس من هذا الشاخص بنفس الترتيب السابق .

وفى الأرض الصلبة حيث يصعب غرس الشوكة يعمل الدليل علامة بالطباشير أو خدشا فى الأرض فى مكان الشوكة ثم يتركها موضوعة على الأرض بسهمها متجها نحو هذه العلامة تنبيها للتابع عند بدء قياس الطرحة التالية .

وفى نهاية الاتجاه قد يحتاج الأمر إلى قياس كسر من الجنزير ولهذا يضع الدليل قبضة الجنزير مماسة للشاخص المغروس فى نهاية الاتجاه ، بينما يشده التابع ويفرؤه فى محاذاة الشوكة الأخيرة الواقف بجوارها وبإضافة طول هذا الكسر إلى طول الطرحات السابقة ينتج الطول الكلى للاتجاه .

٢ — وفى الأراضى المنحدرة توجد عدة طرق لقياس مساقطها الأفقية أبسطها :

للقياس على أرض منحدرة (من العالى إلى الواطى فى اتجاه ميل الأرض) يثبت مبدأ الجنزير عند أول القياس (نقطة ا مثلا) ثم يحمل الجنزير كله إن أمكن أو نصفه أو ربعه تبعا لشدة انحدار الأرض ويجعل أفقيا بواسطة الدليل الذى يسقط على الأرض من نهاية هذا الجزء الأفقى شوكة مثقلة أو خيط شاغول (خيط فى أسفله ثقل) أو شوكة عادية تترك لتسقط رأسيا فى نقطة "جـ" مثلا ثم يتحرك الدليل حتى يصل التابع الى نقطة "جـ" هذه حيث يثبت عندها مبدأ الجنزير بواسطة شوكة عادية و يعود الدليل الى حمل الجنزير أو جزئه ويسقط من نهايته الشوكة المثقلة أو خيط الشاغول وليكن فى نقطة "د" وهكذا يتكرر العمل حتى نصل الى نقطة "ب" وهى نهاية الإتجاه المطلوب قياسه فيكون طول ا ب = مجموع الأطوال الأفقية ا جـ + ا د + د ب .



(شكل ٣٨)

وقد يقاس فى اتجاه عكس ميل الأرض أى من أسفل الى أعلى حيث يسير الأمر بالعكس .

الأخطاء المحتمل حدوثها أثناء عملية القياس بالجنزير :

(١) الخطأ فى طول الجنزير وقد يكون منشؤه ضياع بعض الحلقات أو بعض العقل أو التواءها إما لسوء استعمالها أو بسبب التمدد أو الإنكماش بتغير درجات الحرارة أو استطالة الجنزير من الشد المستمر وانفتاح بعض الحلقات التى بين العقل — وقد سبق عند وصف الجنزير ذكر كيفية تصحيح كل من هذه الأخطاء .

(٢) ترخيم الجنزير أى عدم شده وفرده بكامل طوله أثناء عملية القياس .

(٣) عدم السير أثناء القياس فى الإتجاه المضبوط اذ أن القياس فى اتجاه منكسر يعطى طولا أكبر من الطول الحقيق للاتجاه ولتلافى ذلك يلزم اتباع الدقة التامة فى عمليات التوجيه قبل القياس وفى أثنائه .

(٤) عدم غرس الشوك عند نهايات الطرحات بالضبط .

(٥) الخطأ فى قراءة كسور الجنزير وفى تدوين الطرحات أيضا وقد ينشأ ذلك من فقدان بعض الشوك أو عدم الدقة فى عدها .

(٦) اهمال تأثير انحدار الأرض وعدم اتباع احدى الطرق الخاصة بالقياس على أرض منحدرة فيقاس طوله على الأرض المائلة دون مسقطه الأفقى

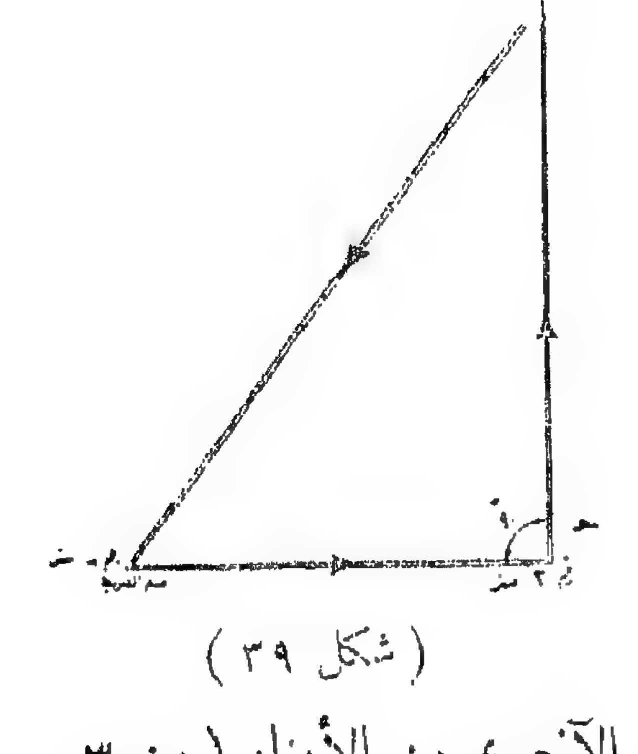
الفصل الثالث

إقامة و إسقاط الأعمدة

(١) باستعمال الشريط أو الجنزير .

(٢) باستعمال بعض الآلات البسيطة كمثلث المساح والبانتومتر .

(أولا) بواسطة الشريط التيل أو الجنزير :


(شكل ٣٩)

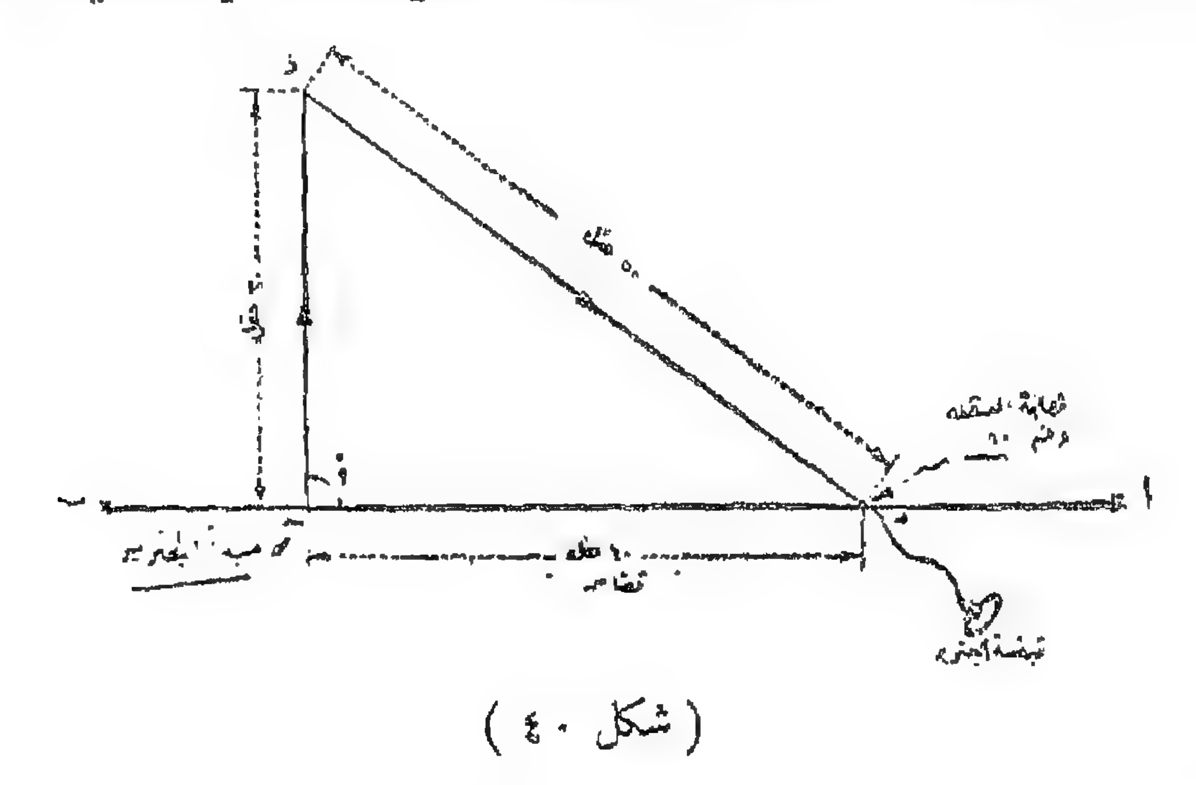
وذلك فى الأعمال التى لا تستلزم دقة كبيرة أوعند عدم توفر الآلات الأخرى الخاصة بذلك بإنشاء أى مثلث تكون النسبة بين أطوال أضلاعه كنسبة ٣ : ٤ : ٥ إذ يكون مثل هذا المثلث قائم الزاوية ولإجراء ذلك تطبق دبلة الشريط على الرقم الدال على ١٢ مترا مثلا ثم يقبض شخص ثان بأصبعه عند الرقم ٣,٠٠ من الأمتار وثالث عند الرقم ٧,٠٠ من الأمتار ثم تشد هذه الأطوال فيتكون من ذلك مثلث طول أحد أضلاعه ٣ من الأمتار (من صفر إلى ٣) وطول الآخر ٤ من الأمتار (من ٣ إلى ٧) والثالث ٥ من الأمتار (من ٧ إلى ١٢ مترا) وهو الوتر .

ويستعمل الجنزير بنفس الكيفية وتقاس الأطوال عليه إما بالأمتار وإما بعدد العقل .

فإذا كان الاتجاه المعلوم هو ا ب مثلا وأريد :

١ — إقامة عمود عليه من نقطة واقعة عليه (نقطة " جـ " مثلا) :

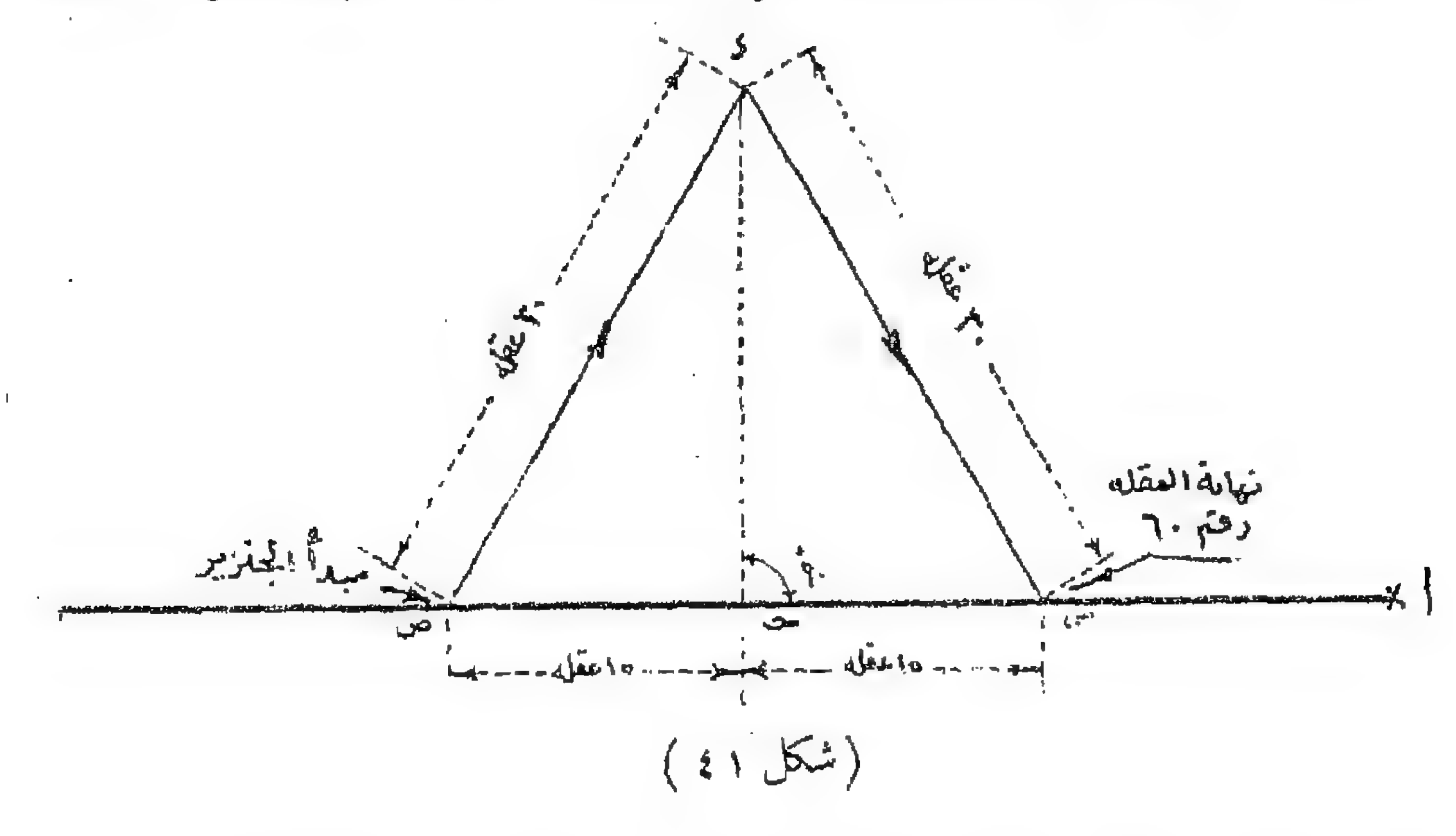
(ا) فيقاس من "جـ" على "ا ب" البعد "جـ هـ" = ٤٠ عقلة مثلا ثم يثبت الجنزير بشوكة في " جـ " بينما يثبت البعد الدال على ٨٠ عقلة في " هـ " وتبقى العشرون عقلة الباقية من الجنزير بغير استعمال و يمسك الجنزير من نهاية العقلة الثلاثين ويشد تماما فيتكون منه مثلث رأسه نقطة " د " وهي آخر العقلة الثلاثين حيث يثبت فيها شوكة أو شاخص .



(شكل ٤٠)

فالخط " جـ د " هو العمود على " ا ب " من " جـ " لأن أطوال أضلاع المثلث " د جـ هـ " هي ٣٠ و ٤٠ و ٥٠ عقلة أي بنسبة ٣ : ٤ : ٥ فيكون قائم الزاوية مقابل الوتر هـ د أي في زاوية "جـ" .

(ب) وهناك طريقة أخرى تتلخص في تكوين مثلث متساوي الساقين أو متساوي الأضلاع بالشريط أو الجنزير وتطبق قاعدته على الاتجاه " ا ب " بحيث تكون النقطة " جـ "



(شكل ٤١)

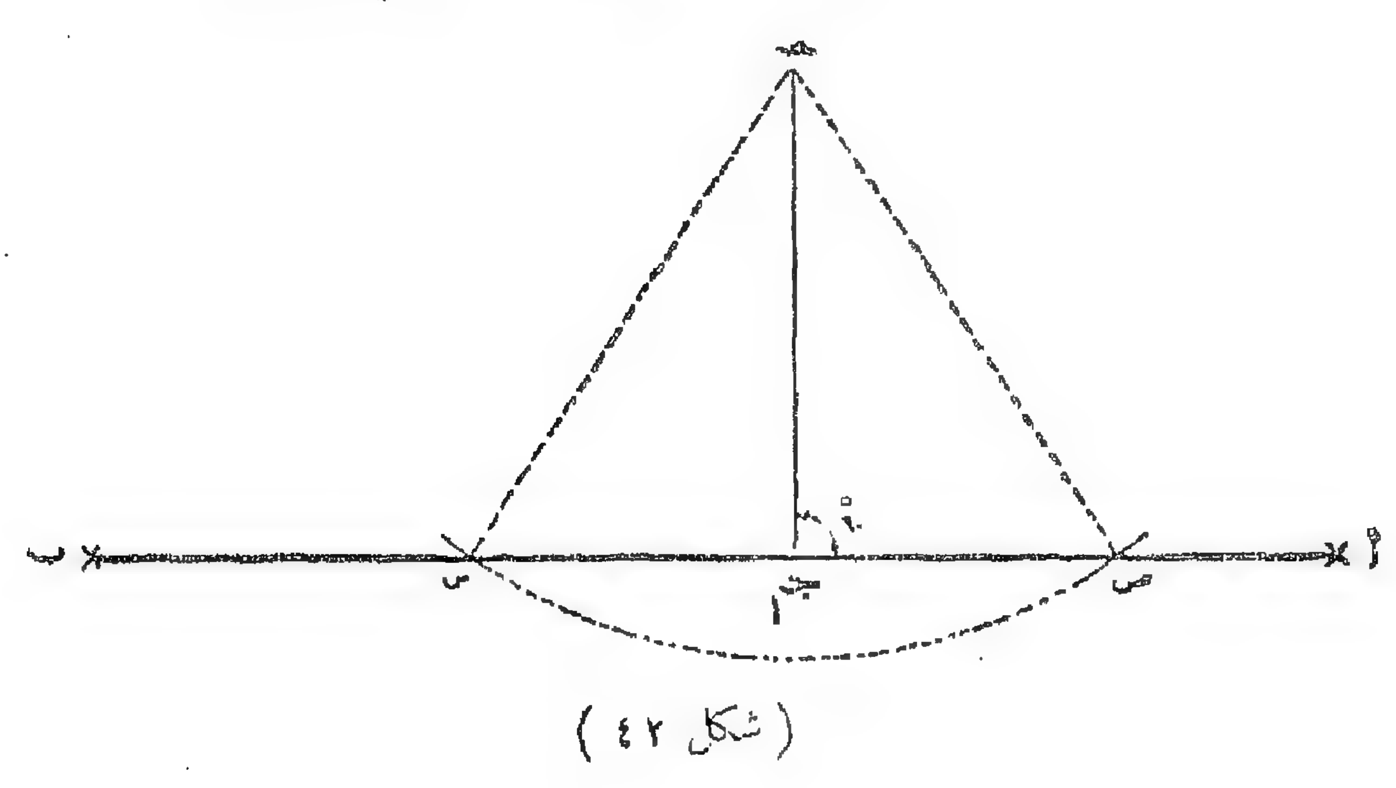
هي منتصفها . ولعمل ذلك يقاس أي بعدين متساويين على الاتجاه " ا ب " على يمين ويسار " جـ " أي يؤخذ جـ س = جـ ص .

فإذا فرض أن س ص = ٣٠ عقلة فيثبت مقبض الجنزير فى "ص" ونهاية العقلة الستين فى "س" بينما يقبض بالأصبع على نهاية العقلة الثلاثين ثم تشد الأطوال المكونة على الجنزير لتحصل على موقع " د " ويكون " جـ د " هو العمود على " ا ب " من " جـ " ذلك لأن المثلث " س د جـ " ، المثلث " ص د جـ " منطبقان لتساوى أضلاعهما الثلاثة . فتكون زاوية س جـ د = زاوية ص جـ د = قائمة .

٣ — إسقاط عمود على هذا الاتجاه من نقطة " جـ " الخارجة عنه :

أى تحديد موقع العمود الساقط من " جـ " على " ا ب " فلذلك عدة طرق أبسطها :

(ا) يقف شخص فى "جـ" ويثبت فوقها دبلة الشريط بينما يحمل شخص ثان عليه الشريط ويحركه ليقطع الاتجاه فى نقطتين "س ، ص" ويحسن أن ينتخب الطول " جـ س " بحيث يكون المثلث "جـ س ص" متساوى الأضلاع تقريبا .



(شكل ٤٢)

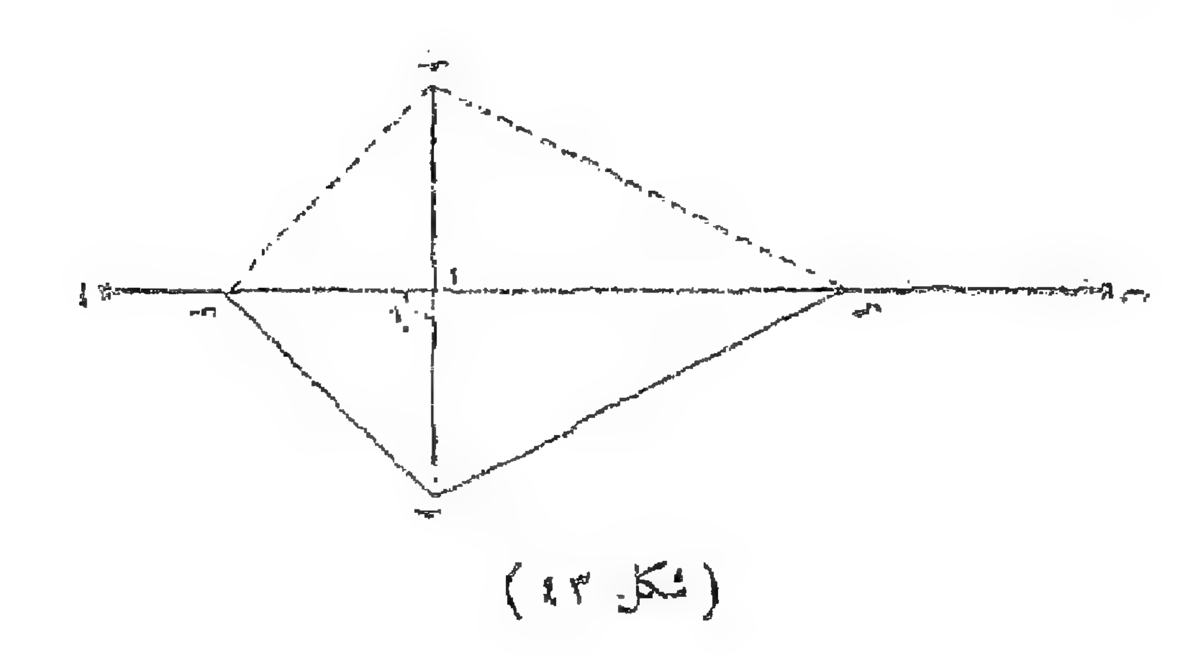
ثم ينصف الطول "س ص" فى "جـ١" فتكون هى موقع العمود من "جـ" على "ا ب"

ذلك لأن المثلثين "س جـ جـ١ ، ص جـ جـ١" منطبقان لتساوى أضلاعهما أى أن زاوية " جـ١ " فى كل منهما = ٩٠°

(ب) كما يمكن للشخص الحامل للشريط أن يحركه ليقطع به الاتجاه فى عدة نقط مقابل نقطة "جـ" بالتقريب وعلى كل من جانبيها ثم يقرأ على الشريط الأبعاد المختلفة بين "جـ" وكل من هذه النقط فيكون أقل بعد يبينه الشريط هو طول العمود من " جـ " على الاتجاه ونقطة تقاطعه مع الاتجاه هى موقع العمود من " جـ " عليه .

(جـ) يمكن انتخاب أى نقطتين مثل "س ، ص" على الاتجاه " ا ب " وعلى جانبى العمود المطلوب اسقاطه ثم يشد الشريط أو الجنزير أو جزء منه على الأرض ويجعل منطبقا

تماما على الخط المنكسر "س جـ ص" . يثبت عند "س" وكذا عند "ص" بواسطة شوك بينما يقبض عليه بالأصبع من عند "جـ" ويقلب وهو بهذه الهيئة فى الجانب الآخر من الاتجاه "ا ب" مع شده عليه تماما ليأخذ الوضع "س جـ١ ص"



(شكل ٤٣)

فيكون "جـ جـ١" عمود على "ا ب" ونقطة تقاطعهما (وهى د) هى موقع العمود من "جـ" على "ا ب" وذلك لتطابق "س جـ د ، س جـ١ د" لتساوى أضلاعهما ∴ زاوية "د" قائمة فى كل .

(ثانيا) إقامة واسقاط الأعمدة بواسطة الآلات البسيطة :

الآلات الهندسية المستعملة لهذا الغرض كثيرة كمثلث المساح والبانتومتر والمثلث ذى المرايا والمنشور المرئى وصندوق السكستان والتيودوليت وغيرها .

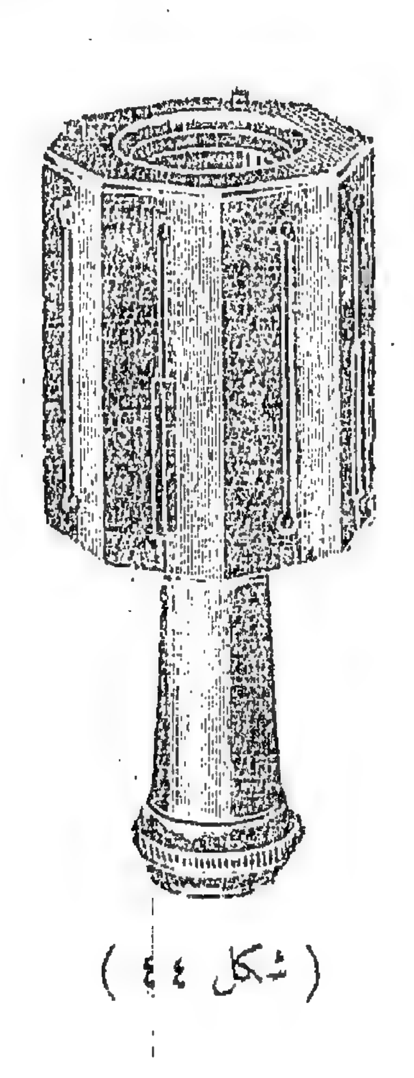
وسنكتفى هنا بأبسطها وهو مثلث المسّاح والبانتومتر .

١ — مثلث المسّاح :

يستعمل لتعيين زوايا قائمة ومع أنه شائع الاستعمال لبساطة تركيبه وسهولة العمل به فإنه ليس من الآلات الدقيقة التى يعتمد عليها إذا ما أريد إقامة أو إسقاط أعمدة تكون على درجة كبيرة من الدقة .

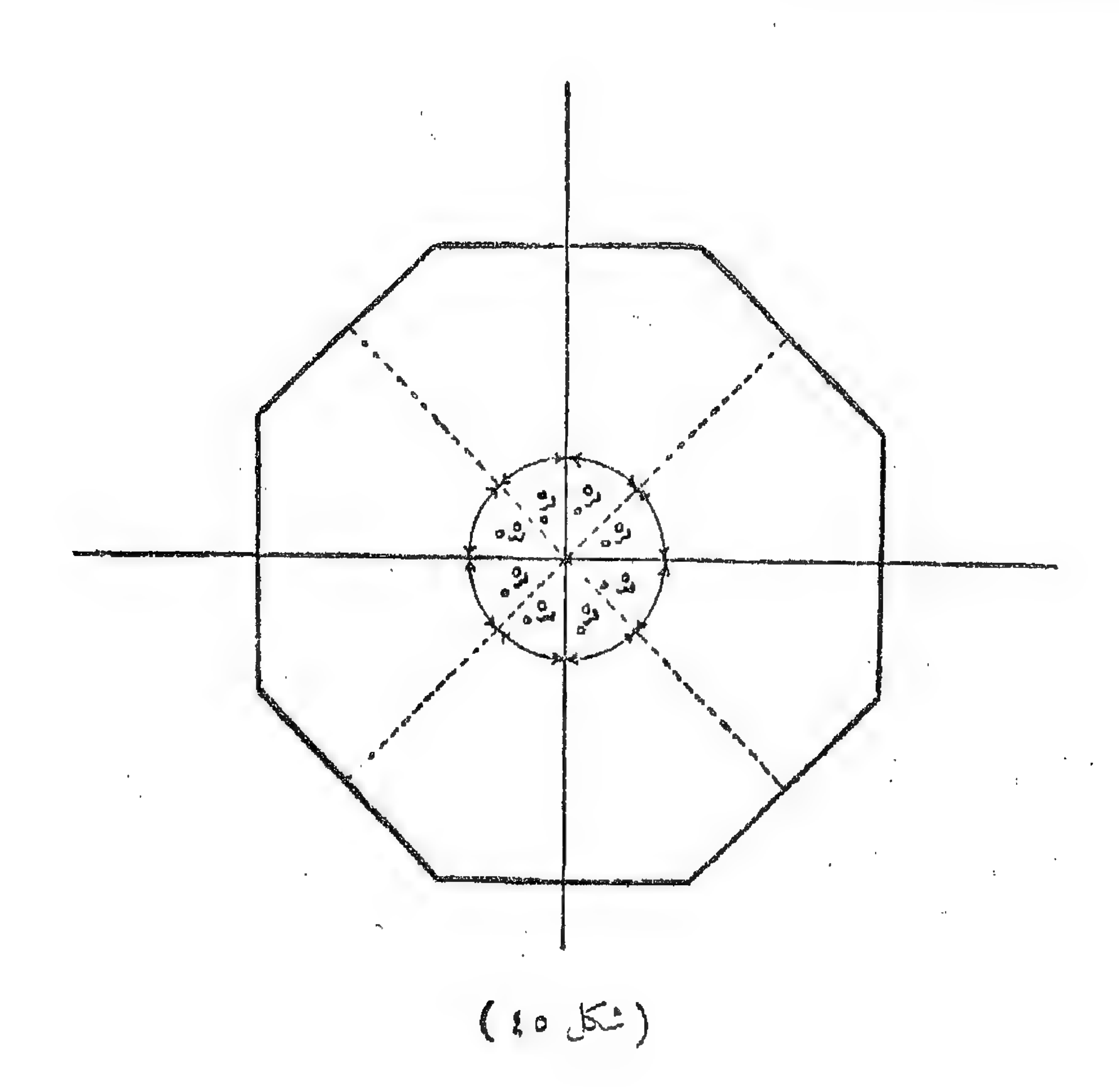
وأكثر أنواعه استعمالا يتكون من رأس من النحاس ارتفاعها ٧,٥ سم وقطرها ٥ سم مقطعها مثمن منتظم . وفى منتصف أربعة من أوجهه الثمانية شرخ طولى (رأسى) أما الأربعة الأوجه

الأخرى فيوجد بمركز كل منها شرخ بأعلاه أو بأسفله شباك ذو شعرة بمركزه بحيث أن شعرة كل شباك تقابل شرخ الوجه المقابل . فيكون المستوى الرأسى المار بمركزى كل وجهين متقابلين



(شكل ٤٤)

منحرفا بمقدار ٤٥° عن المستوى المار بمركزى الوجهين المجاورين لها أو ٩٠° درجة عن الوجهين التاليين بمعنى أن جميع المستويات الرأسية المارة بمنتصف الأوجه المتقابلة يصنع كل منها ٤٥° مع المستوى الرأسى الذى يجاوره .



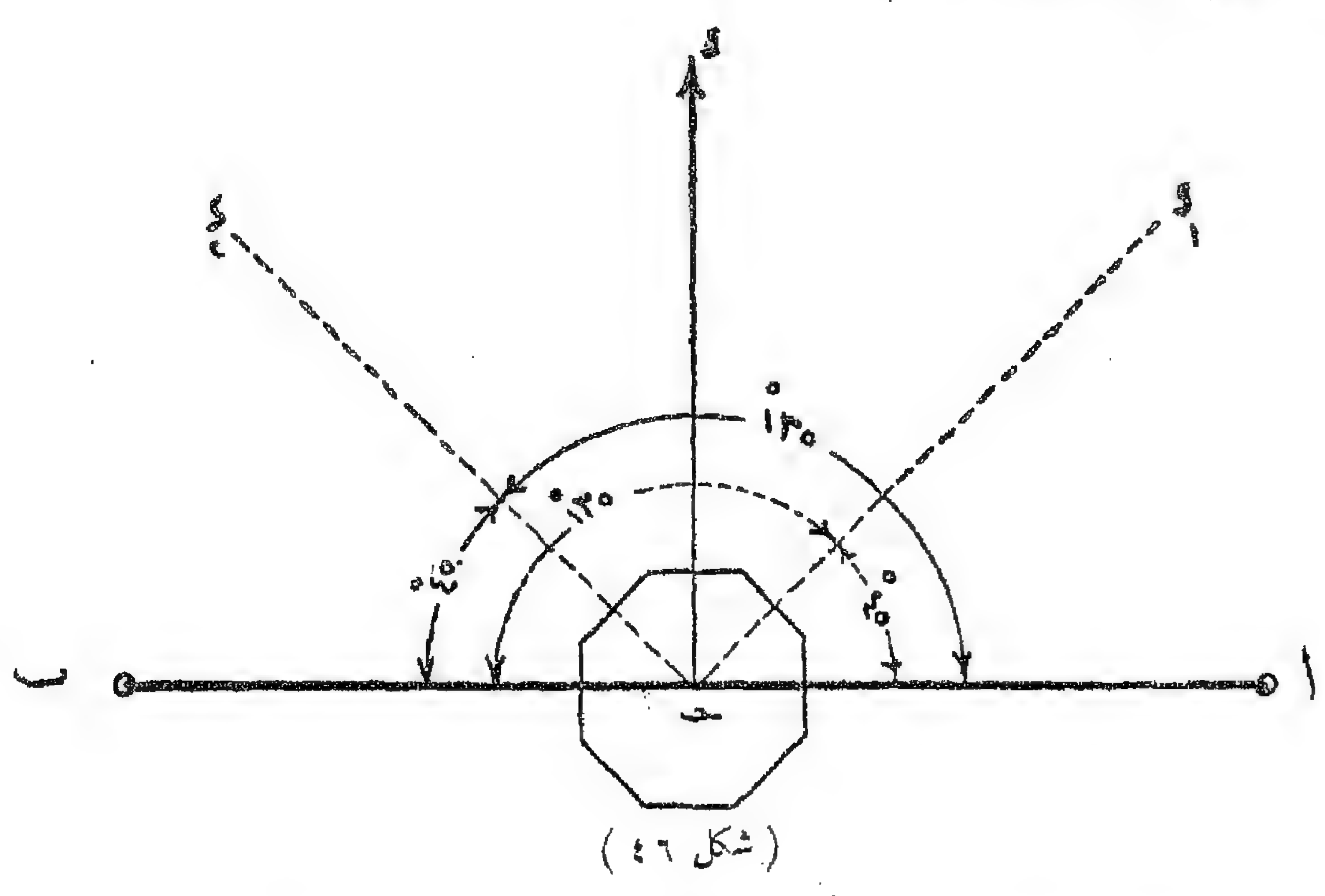
(شكل ٤٥)

وعند العمل تُركب رأس المثلث على حامل خشبي يتركب من ثلاثة أرجل متقابلة فى الرأس (كالسيبة) أو من رجل واحدة له رأس خشبية مخروطة لكى يركب عليها المثلث باحكام مع سهولة لفه أثناء العمل ثم تجهز أسفل الحوامل بكعوب معدنية لسهولة تثبيتها فى الأرض . والعمل بمثلث المساح نجرى الآتى :

١ — لإقامة عمود على الاتجاه "ا ب" من نقطة "ج" الواقعة عليه :

يثبت الجهاز على حامله فوق النقطة " ج " مع إدارة المثلث (الرأس فقط) أفقيا حتى ترى الشاخصين فى "ا" وفى "ب" من شرخين متقابلين .

ومع حفظ المثلث فى هذا الوضع ينظر من شرخى الوجهين المتعامدين على الشرخين السابقين (وهما الواقعين على الاتجاه ا ب) .



(شكل ٤٦)

والراصد فى هذا الوضع الأخير — وبدون أن يتحرك الجهاز — يأمر شخصا آخر بيده شاخص راسى بالتحرك أمامه وعلى مسافة ما إما الى اليمين أو الى اليسار حتى يأتى وضع يرى الشاخص الذى يتحرك من خلال الشرخين اللذين ينظر فيهما وعندئذ يأمره بتثبيته فى مكانه وليكن فى النقطة "د" .

فيكون "ج د" هو العمود المطلوب إقامته على "ا ب" من نقطة "ج" .

٢ — لعمل اتجاه من النقطة "ج" يضع ٤٥° أو ١٣٥° مع الاتجاه "ا ب"

يثبت الجهاز فوق "ج" (الشكل السابق) مع وضع أى شرخين متقابلين فى الاتجاه "ا ب" كما سبق ثم ينظر من شرخى الوجهين المجاورين لهما (على الجانب الذى يعطى الاتجاه فى الجهة المطلوبة) ثم يتحرك شخص أمام الراصد حتى يرى الشاخص الذى بيده فيأمره بتثبيته وليكن فى "د١ أو د٢"

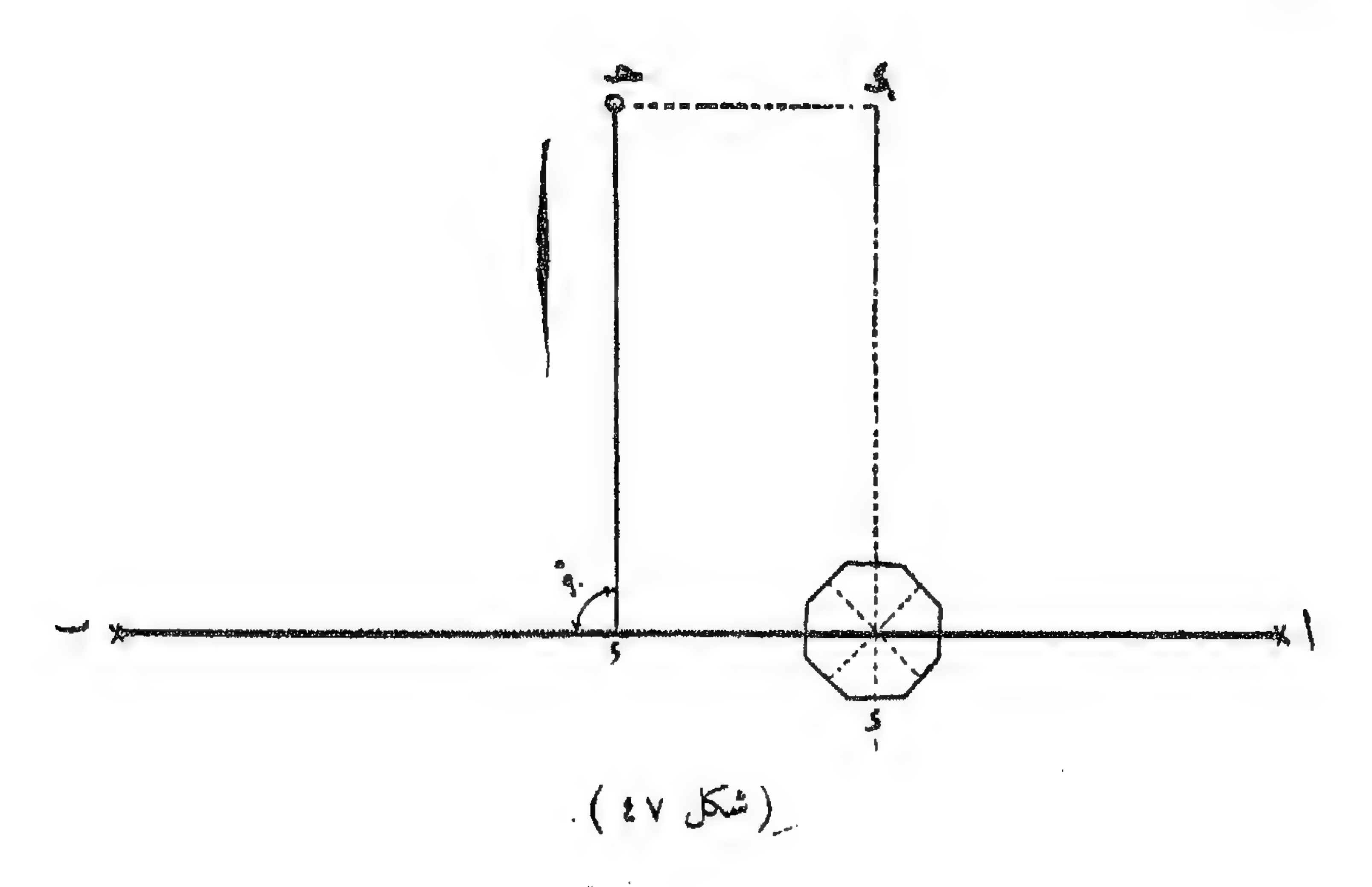
وظاهر أن كلا من " جـ د، و جـ د " يصنع مع الاتجاه " ا ب " زاوية ٤٥° من جهة و ١٣٥° من الجهة الأخرى ولهذا ينتخب أحدهما حسب الاتجاه المطلوب .

٣ — لإسقاط عمود على (ا ب) من نقطة " جـ " الخارجة عنه :

يعين أولا بالنظر مسقط العمود منها على ا ب وليكن فى نقطة " د "

ثم نقف بمثلث المساح فى " د، " هـذه و يقام منها عامود على " ا ب " كما سبق فإن مر هذا العامود بنقطـة " جـ " كان هو المطلوب و إلا فينتخب على العمود المقام من " د، " نقطة (د، مثلا) تكون مقابل نقطة " جـ " بحيث يكون " جـ د، " موازيا " ا ب " بالتقريب

من هذا ترى أن " د، " هى مسقط " د، " على " ا ب " وليست مسقط "جـ" كما افترضنا فى مبدأ العمل وعليه يكون البعد " جـ د، " هو مقـدار الخطأ فى موقع العمود المطلوب فيقاس طوله على " ا ب " ابتداء من نقطة " د، " (على يسار " د، " إذا كانت " جـ " تقع يسـار "د، " كما بالشكل أو العكس) لنحصل على نقطة " د " وهى المسقط الحقيقى للعمود من " جـ " على " ا ب " .

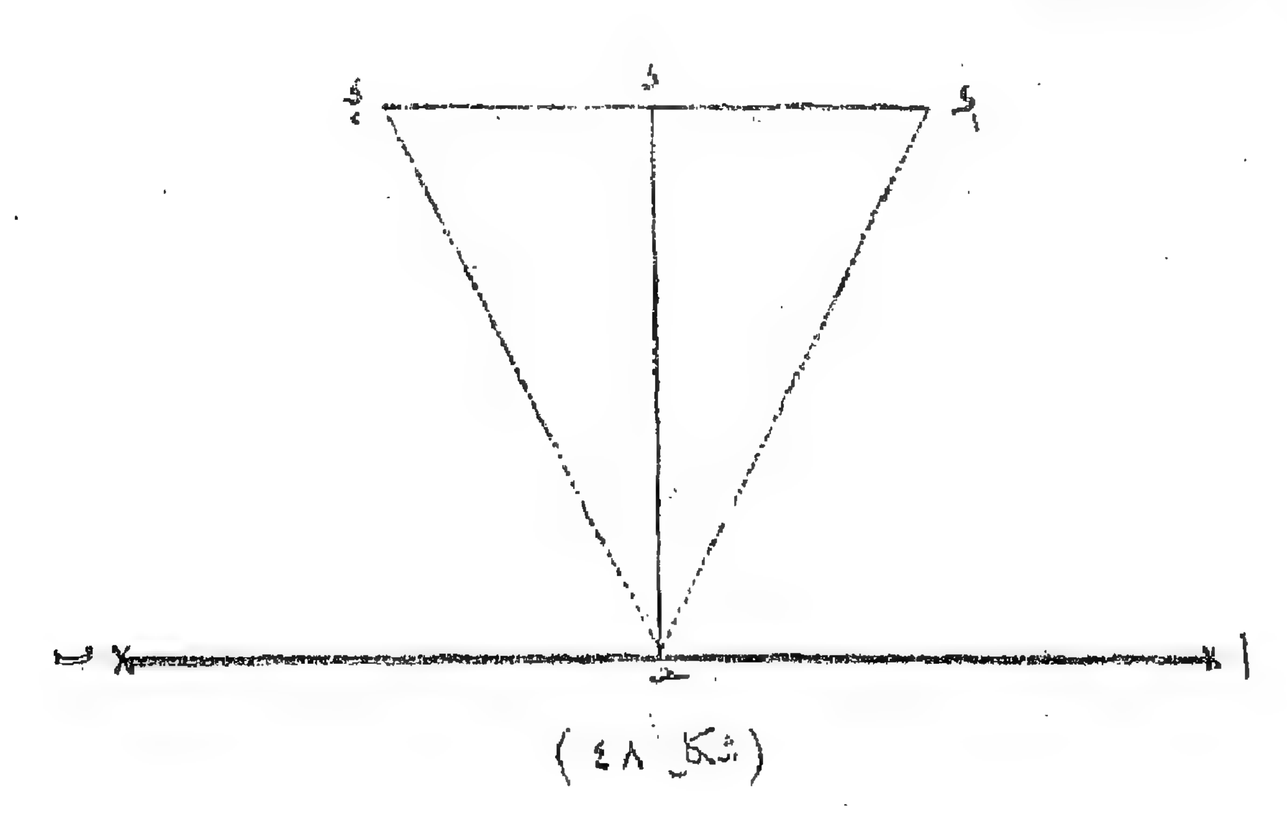


(شكل ٤٧) .

تحقيق مثلث المساح — تتوقف صحة العمل بالجهاز على بقاء أوجهه محتفظة بالزوايا التى بينها بالحالة التى صنعت عليها — فإذا ما اختـل هذا الشرط كانت الزوايا والأعمدة التى يعملها المثلث غير مضبوطة وللتأكد من صحة الجهاز نجرى تحقيقه على الوجه الآتى :

يثبت الجهاز فى " جـ " إحدى نقط الاتجاه " ا ب " ومنها يقام عمود عليه ثم يدار الجهاز ربع دورة و يقام عمود ثان فان انطبق على الأول كان الجهاز مضبوطا — وإن لم ينطبقا بأن كان العمود الأول هو " جـ د، " مثلا فإنه بعد ادارة الجهاز ربع دورة يصبح العمود هو " جـ د، "

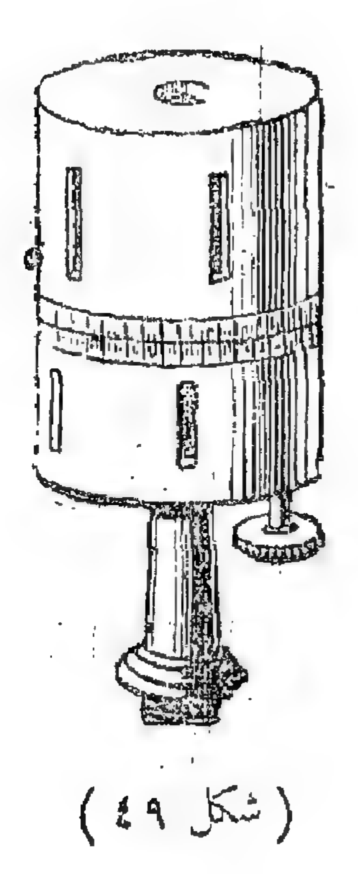
وحينئذ يقاس على كل منهما بعدان متساويان من نقطة "جـ" أى يؤخذ "جـ د١" = "جـ د٢" ثم ينصف "د١ د٢" فى "د" فيكون "جـ د" هو العمود الصحيح على "ا ب" من "جـ" ويلاحظ أنه فى حالة وجود خطأ فى الجهاز فإنه لا يمكن إصلاحه بل يستعمل على أساس تصحيح العمل بالكيفية المشروحة هنا



(شكل ٤٨)

٣ — البانتومتر :

وقد يسمى بمثلث المساح الأسطواني — يتركب فى أبسط أشكاله من اسطوانتين من المعدن متساويتى القطر ومختلفتى الارتفاع — بقاعدة السفلى منهما مسمار بادارته تلف الاسطوانة العليا لاتصاله بترس مسنن موجود بداخل الأسطوانة السفلى ومعشق بأسنان طارة مسننة ومثبتة بداخل الاسطوانة العليا .



(شكل ٤٩)

وبكل من الأسطوانتين شرخان يقابلهما شباكان فى محور كل شباك منهما سلك أو شعرة بحيث ان المستوى المار بكل شعرة وبالشرخ المقابل يمر بمحور الجهاز ويكون متعامدا على المستوى المار بالشرخ الآخر والشعرة الأخرى

ويُقسّم الحرف الساوى للاسطوانة السفلى إلى ٣٦٠ْ مع وقوع صفر التقسيم تحت أحد الشرخين — وعلى الحرف السفلى للاسطوانة العليا ورنية يقابل صفرها محور أحد الشرخين .

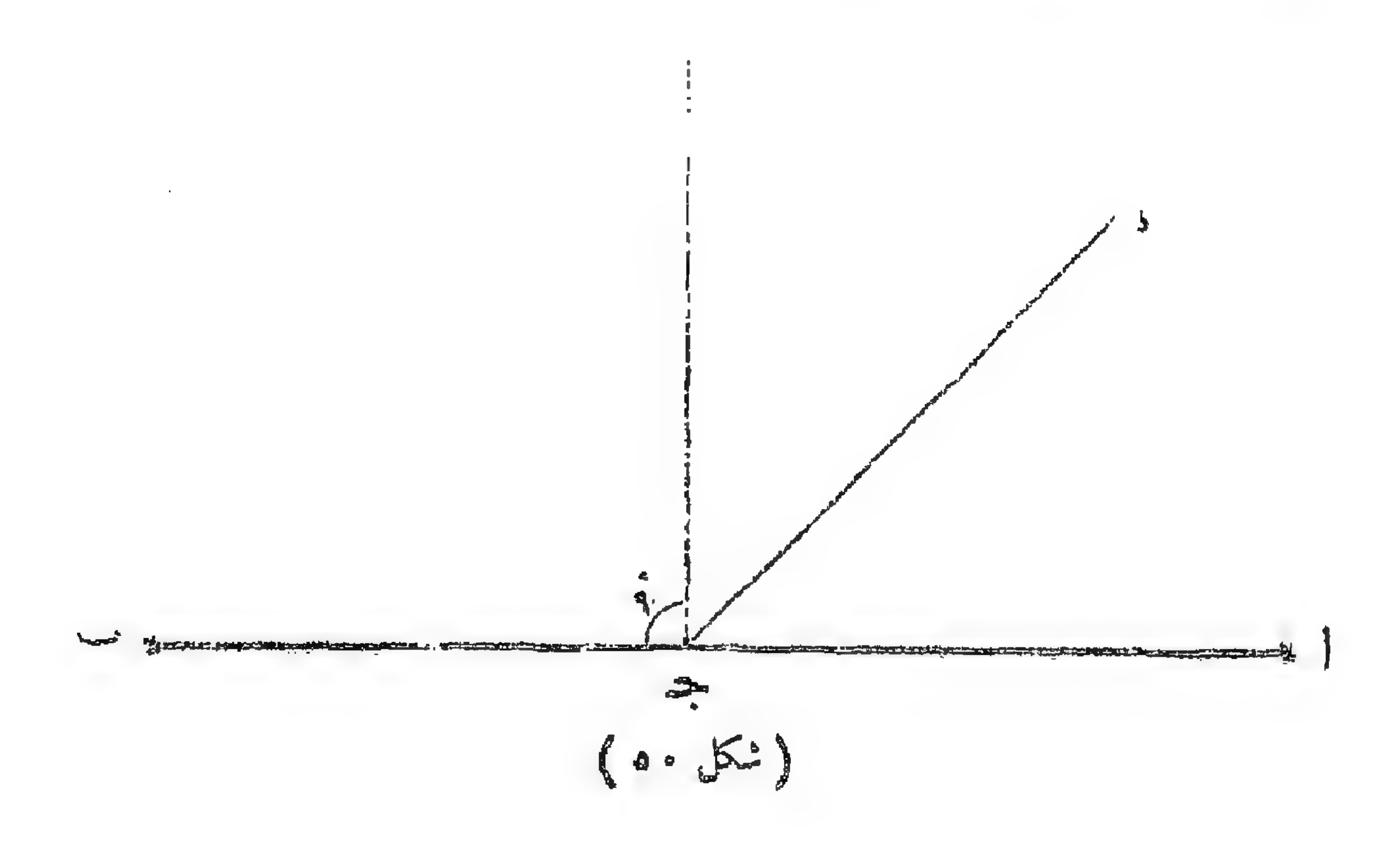
وقد يجهز الجهاز فى أعلاه ببوصلة لمعرفة انحراف الاتجاهات عن الشمال المناطيسى وعند الاستعمال يُركّب البانتومتر من قاعدته على حامل ثلاثى الأرجل أو على قائم من الخشب يثبت فى الأرض كما فى مثلث المساح .

استعماله — زيادة عن اقامة واسقاط الأعمدة يستعمل البانتومتر أيضا لانشاء وقياس جميع الزوايا الواقعة فى مستوى أفقى :

١ — لانشاء اتجاه يصنع زاوية معلومة مع "اب" من نقطة "ج" الواقعة عليه :

نقف بالجهاز فى " ج " ونحرك الأسطوانة العليا حتى يصير صفر ورنيتها منطبقا تماما على تاريخ المقياس الموجود بأعلى الأسطوانة السفلى مقابل قراءة الزاوية المطلوب انشاؤها .

يدار الجهاز كتلة واحدة حول محوره الرأسى حتى يرى الشاخص الموضوع فى نهاية الاتجاه " اب " من شرخى الأسطوانة السفلى .



(شكل ٥٠)

ثم يؤمر شخص يحمل شاخصا رأسيا بالتحرك أمام الراصد فى الجهة المراد توقيع الزاوية فيها — حتى يرى هذا الشاخص فى المستوى المار بالشعرة والشرخ الموجود بالأسطوانة العليا فوق صفر الورنية وحينئذ يثبت وليكن فى الوضع " د " فيكون "ج د" هو الاتجاه الذى يصنع مع (ا ب) الزاوية " ا ج د " المطلوبة .

٢ — واسمل زوايا قائمة :

أى توقيع زاوية ٩٠° يمكن عملها كما سبق أو تعمل بواسطة الشروخ الأربعة كما فى مثلث المساح وذلك بوضع أى شرخين متقابلين فى الاتجاه "ا ب" ثم النظر فى خلال الشرخين الآخرين ويثبت شاخص أمامهما فى "د١" مثلا فيكون جد١ عمودا على "ا ب" .

ومن هذا نرى أنه يمكن للبانتومتر أن يقوم أيضا بعمل مثلث المساح .

٣ — قياس الزوايا :

لقياس الزاوية "ا جد" يثبت الجهاز فوق نقطة "ج" رأس الزاوية وبعد تطبيق صفرى الورنية والمقياس الواحد على الآخر يوضع البانتومتر (والصفران منطبقان) بحيث يكون شرخا الاسطوانة السفلى فى أحد اتجاهى ضلعى الزاوية (وليكن الضلع "جا") .

ثم تدار الاسطوانة العليا مع بقاء السفلى ثابتة حتى يرى الشاخص الموضوع على الضلع الثانى للزاوية خلال شرخى الاسطوانة العليا أعلى صفر الورنية .

فتكون القراءة على المقياس مقابل صفر الورنية هى مقدار الزاوية المقيسة .

يلاحظ أن يكون قياس الزوايا — أى اتجاه لف الاسطوانة العليا — فى اتجاه ضد عقرب الساعة مع الابتداء من صفر المقياس وذلك لقراءة قيمة الزاوية مباشرة دون احتياج الى عمليات حسابية .

الفصل الرابع

موانع القياس بالجنزير

قد يحدث فى أثناء القياس بالجنزير أن تعترض بعض الموانع كالمبانى والتلال والغابات والبرك والترع والجسور وغيرها وعندئذ يجب التحايل للتغلب عليها إتماما لعملية القياس

والموانع إما :

(ا) موانع تمنع الرؤية فقط ولا تمنع القياس .

فوجود تل أو جسر أو مرتفع من الأرض يمنع رؤية احدى نهايتى الاتجاه المقيس من نهايته الأخرى ولكنه فى الوقت نفسه لا يعوق سير الجنزير فى الاتجاه المطلوب .

(٢) موانع تعترض القياس فقط ولكنها لا تمنع الرؤية .

فاختراق الاتجاه المراد قياسه لبركة أو نهر أو أى مجرى مائى عرضه أطول من الجنزير يمنع استمرار القياس عبر هذا المجرى مع أنه لا يحجب رؤية إحدى نهايتى الاتجاه من نهايته الأخرى .

(٣) موانع تعترض كلا من الرؤية والقياس كوجود مبان أو غابات على نفس الاتجاه المطلوب قياسه ولكل مانع من هذه الموانع الثلاثة طرق للتغلب عليه .

(أولا) موانع الرؤية فقط :

تتبع نفس الطريقة السابق شرحها عند الكلام على تشخيص الاتجاه فى حالة تعذر رؤية احدى نهايته من الأخرى بسبب طوله أو لوجود مانع لا يمنع القياس (شكل ٣٧) .

(ثانيا) موانع القياس مع امكان الرؤية :

يتفادى المانع بعدة طرق أسهلها :

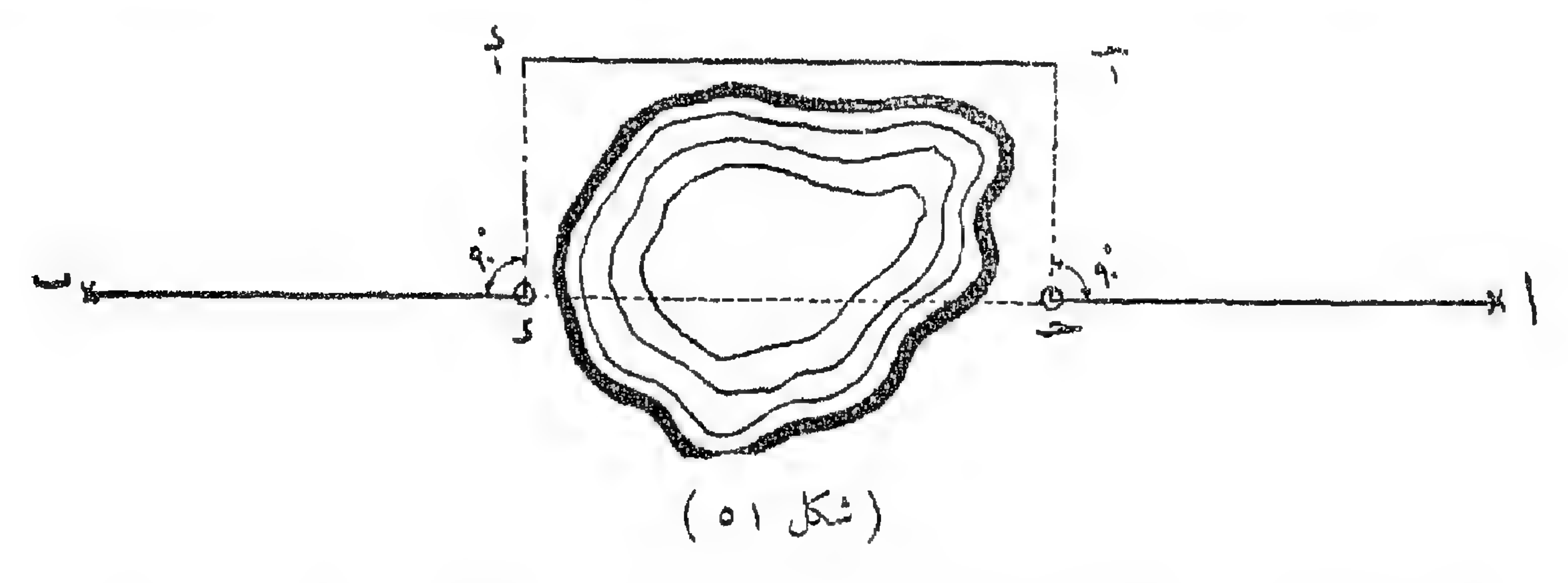
(١) عمل مواز للاتجاه الأصلى مقابل هذا المانع ثم القياس على هذا الموازى .

(٢) أو إنشاء زاوية قائمة يكون وترها على خط القياس المخترق للمانع ثم يقاس ضلعاها المحصور بينهما المانع ومن طولها يستنتج طول جزء الاتجاه المخترق للمانع .

(٣) أو إنشاء مثلثات متطابقة .

وسنكتفى بشرح الطريقتين الأوليين :

١ — عمل موازى تجاه المانع — ليكن المانع للقياس بركة يزيد عرضها على طول الجنزير — تنتخب نقطتان " ج ، د " على الاتجاه " ا ب " المطلوب قياسه واحداهما " ج "

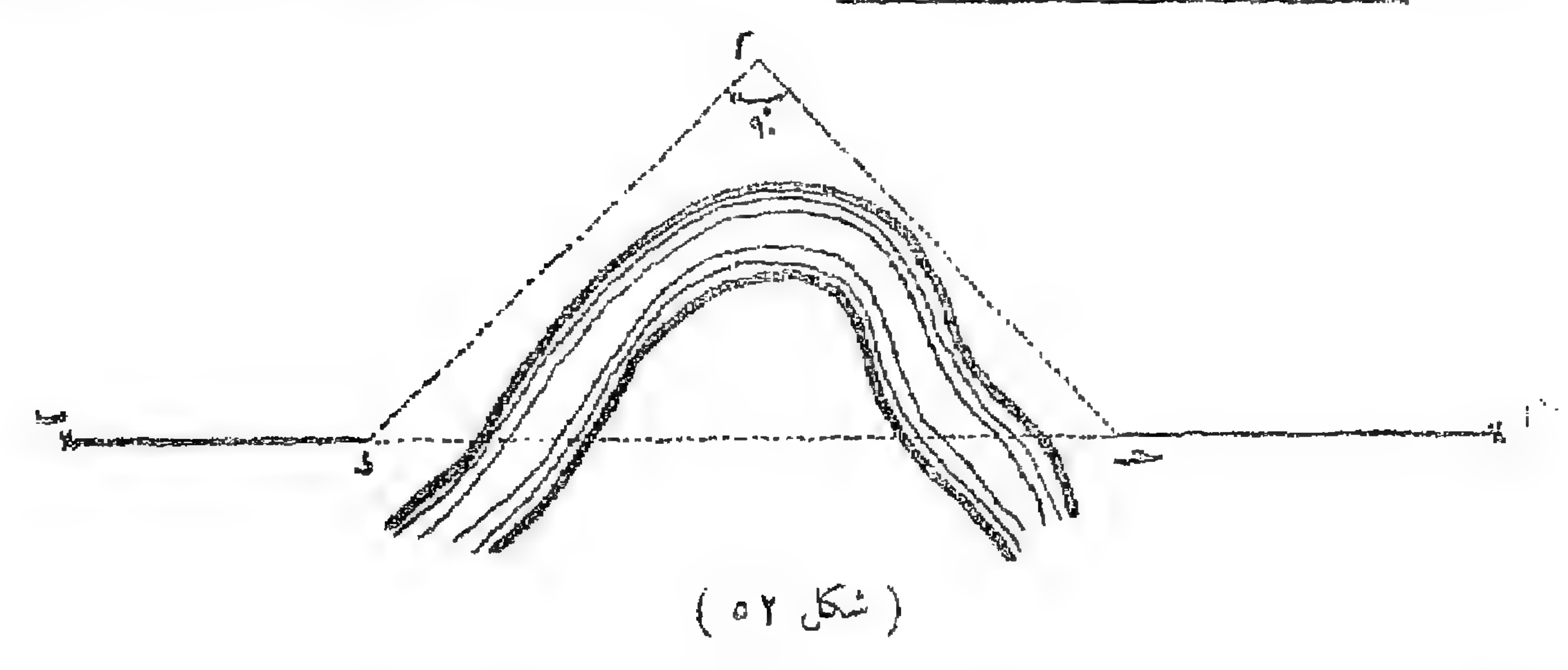


(شكل ٥١)

قبل البركة والأخرى " د " بعدها مباشرة ثم يقام على الاتجاه " ا ب " فى جهة واحدة منه (اما على يمينه أو يساره) عمود من كل من " ج ، د " يؤخذ عليهما طولان متساويان " $ج ج_1$ = $د د_1$ " بحيث يكون " $ج_1 د_1$ " واقعا خارج البركة يمكن قياسه .

يثبت شاخص فى كل من "جـ $_1$ ، د $_1$" وظاهر أن طوله = جـ د فبإضافته الى بقية أجزاء الاتجاه المقاسة قبل و بعد البركة وهى (ا جـ ، د ب) ينتج الطول الكلى للاتجاه "ا ب"

٣ — عمل زاوية قائمة وترها هو "جـ د" — لنفرض أن المانع هو انحناء فى نهر أو بركة .



(شكل ٥٢)

تنتخب نقطة "جـ" على "ا ب" قبل المانع مباشرة ومنها ينشأ أى اتجاه بحيث يتفادى المانع و ينتخب عليه نقطة "م" بحيث لو أقيم منها عمود على "جـ م" فانه يقابل الاتجاه الأصلى "ا ب" فى نقطة قريبة من الجانب الآخر للمانع ولتكن "د" بمعنى أن "م د" يكون أيضا متفاديا للمانع .

يقاس طول كل من "جـ م ، م د" و يسجل فى دفتر الغيط .

و بما أن زاوية "جـ م د" قائمة فيكون $\overline{\text{جـ د}}^2 = \overline{\text{جـ م}}^2 + \overline{\text{م د}}^2$ نظرية فيثاغورس

$$\therefore \text{جـ د} = \sqrt{\overline{\text{جـ م}}^2 + \overline{\text{م د}}^2}$$

و بإضافة طول "جـ د" المحسوب الى بقية أطوال الاتجاه المقاسة قبل المانع و بعده ينتج طول "ا ب" .

(ثالثا) موانع تعترض الرؤية والقياس معا :

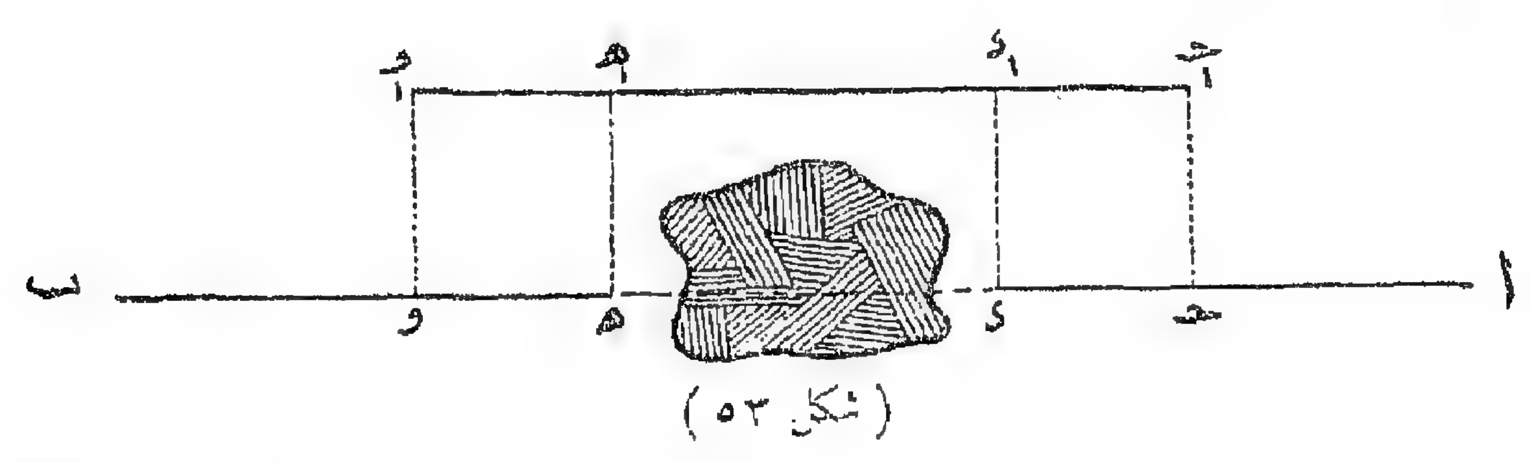
(١) اذا كان الاتجاه غير مُشخّص خلف المانع أى اذا كان "ا د" وهو جزء الاتجاه أحد جانبى المانع معلوما و يراد مدّه على استقامته على الجانب الآخر مع قياسه فلذلك تنتخب النقطتان "جـ" و "د" على "ا د" بالقرب من المانع و بينهما مسافة مناسبة و يقام منهما العمودان المتساويان "جـ جـ $_1$ ، د د $_1$" على الاتجاه ثم يقاس "جـ جـ $_1$ ، د د $_1$" .

يثبّت شاخص فى كل من "جـ $_1$ ، د $_1$" و يمد الاتجاه بينهما حتى يتفادى المانع حيث يؤخذ "هـ $_1$ ، و $_1$" بحيث تكونان على بعدين مناسبين من بعضهما و يقام منهما العمودان "هـ هـ $_1$ ، و و $_1$" على هذا الاتجاه .

(يحسن أن يؤخذ طول " جـ د " حوالى ثلاثة أمثال طول العمود المقام من " جـ " وبالمثل " هـ و ") .

يقاس هـ $هـ_١$ = و $و_١$ = د $د_١$ = جـ $جـ_١$

وبذلك نضمن أن نقطتى " هـ ، و " تقعان على امتداد الاتجاه " ا جـ د " متى كانت الأعمدة مضبوطة فى اقامتها وفى تساوى أطوالها .



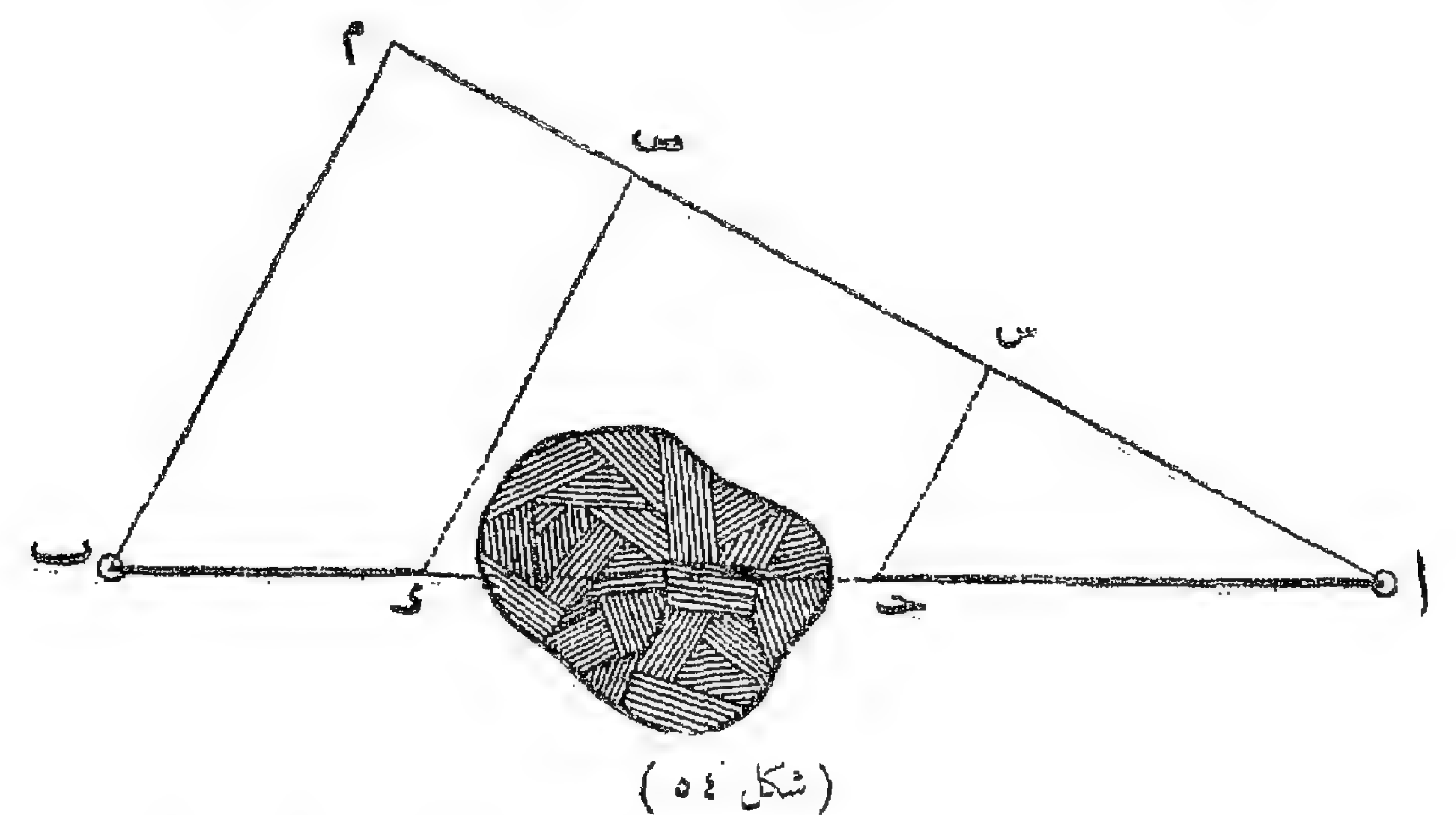
(شكل ٥٣)

وقد يحسن أيضا لضبط العمل أخذ ثلاثة أعمدة على كل من جانبي المانع وذلك بدلا من عمودين إذ أن وقوع نهاياتها الثلاثة على استقامة واحدة يؤكد صحة العمل .

يُمَدّ الاتجاه " هـ و " على استقامة إلى " ب " .

يقاس " $د_١$ $هـ_١$ " فيكون مساويا " د هـ " وهو جزء الاتجاه الأصلى المخترق للمانع .

(٢) وقد لا يمكن قياس الاتجاه لعدم إمكان تشخيصه كله مباشرة لوجود المانع فاذا أريد تشخيصه نقط (أى إيجاد عدة نقط على الاتجاه على كل من جانبى المانع) يؤخذ من " ا " أى اتجاه مثل " ا م " متفاديا المانع ثم يقاس كل من " ا م " ، " م ب " وعلى " ا م "



(شكل ٥٤)

تؤخذ نقطتان أو أكثر مثل " س " و " ص " حيث ينشأ منهما اتجاهان " س جـ " ، " ص د " موازيان للاتجاه " م ب " ويؤخذ $\frac{\text{س جـ}}{\text{م ب}} = \frac{\text{ا س}}{\text{ا م}}$ ، $\frac{\text{ص د}}{\text{م ب}} = \frac{\text{ا ص}}{\text{ا م}}$ فتكون جـ ، د ، ... ، ... على الاتجاه

الفصل الخامس

عملية رفع الأراضى بالجنزير

يجب أولا المرور حول الأرض المطلوب رفعها واستكشافها بجميع ما فيها من معالم ومنشآت وبعد الاستكشاف يرسم لها كروكى فى دفتر الغيط — بأبعاد متناسبة تقريبا كما فى الطبيعة — وتبين عليه جميع الحدود والمعالم والتفصيلات المراد رفعها .

إختيار المضلع

تأتى بعد ذلك عملية إحاطة القطعة بمضلع تمشى أضلاعه بقدر الامكان مع الحدود والمعالم الخارجية ويتم ذلك بأن تنتخب على الكروكى نقط ثابتة تكون رؤوس هذا المضلع وهذه النقط هى التى ستكون مبدأ ونهاية كل خط من خطوط الجنزير ونظرا لأهميتها الخاصة — طول عملية الرفع — يدق فى كل منها وتد ويعمل لموقعه كروكى خاص فى دفتر الغيط أيضا وذلك بقياس بعدين على الأقل منه إلى بعض الثوابت الطبيعية المجاورة له كحدايد المساحة وقوائم الأسوار ودراوى الكبارى والأشجار الثابتة وغيرها وذلك لإمكان تحديد موقع هذه النقطة فى الطبيعة بالضبط إذا ما أريد الرجوع اليها فى المستقبل لغرض استكمال العمل أو لتصحيح خطأ .

ويراعى عند انتخاب النقط الثابتة ما يأتى :

(١) أن تكون بعيدة عن حركة المرور وفى أماكن واضحة لسهولة الاستدلال عليها وقت العمل وقليلة العدد ما أمكن لتقل الأطوال المقيسة وبالتالى يقل الاحتمال فى الخطأ .

(٢) أن تجاور الخطوط الواصلة بينها لحدود الأرض ما أمكن تفاديا للأحداثيات الطويلة والمضلعات الثانوية .

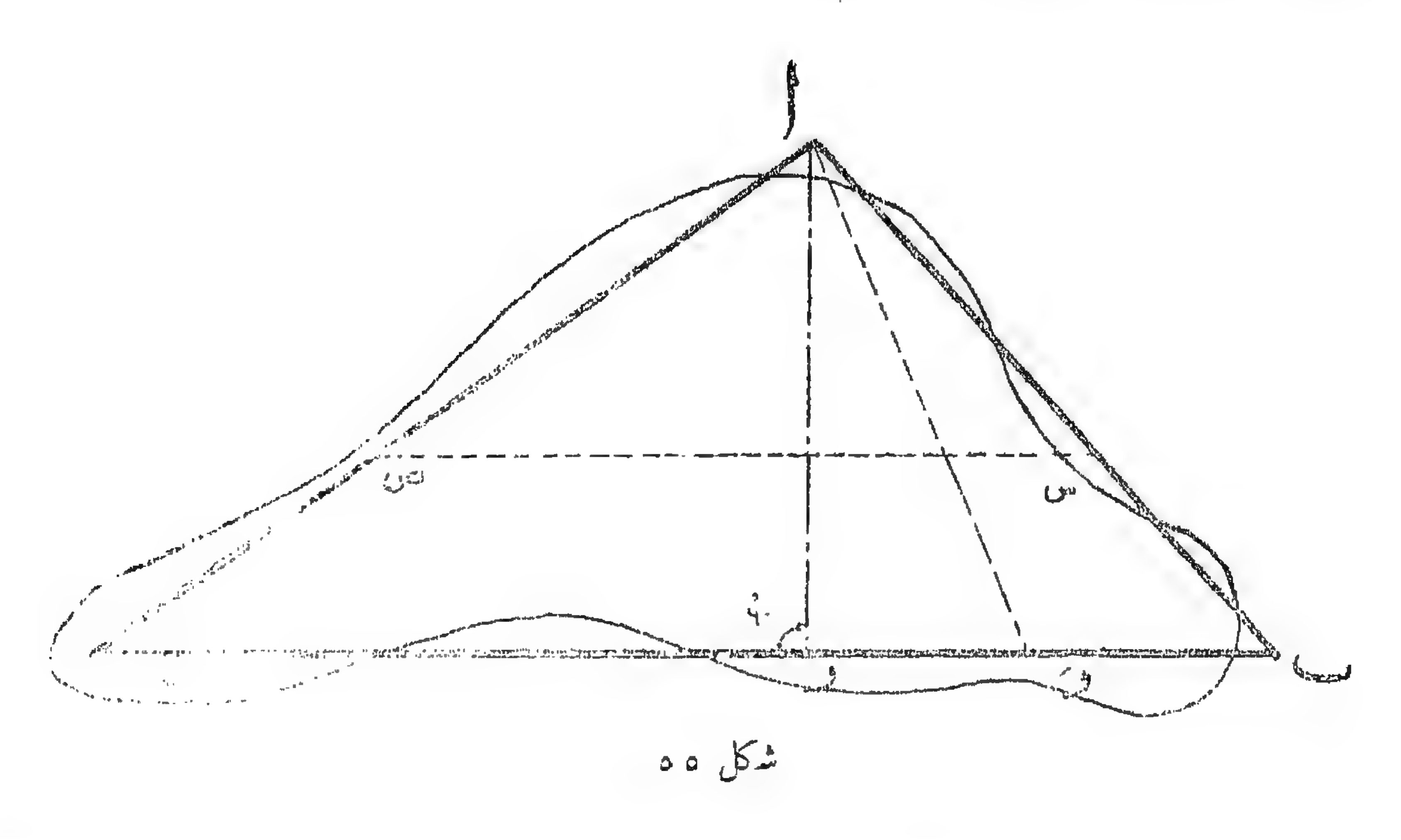
(٣) التأكد من خلو الاتجاهات الواصلة بين هذه النقط من موانع القياس وذلك برؤية النقط واضحة وعلى الأخص النقط المتجاورة .

(٤) يراعى بقدر الإمكان أن يوجد خط أساسى يقسم الشكل يكون بمثابة خط قاعدة تنشأ على جانبيه المثلثات المكونة للمضلع .

والمضلع الناتج قد يكون مثلثا أو شكلا رباعيا أو شكلا كثير الأضلاع وإذا ما علمنا أن عملية الرفع بالجنزير تنحصر فى قياس أطوال فقط دون أى قياس للزوايا كان من الضرورى لإمكان رسم أى مضلع أن يكون معلوما به من الأطوال ما يكفى للتوصل الى رسمه وتحقيقه وهذا لا يأتى إلا إذا كانت الأطوال المقيسة تقسم الشكل الى مثلثات إذ المثلث هو الشكل الهندسى الوحيد الذى يمكن رسمه بمعلومية أطوال أضلاعه الثلاثة ولهذا أعتبر من القواعد الأساسية عند الرفع بالجنزير تقسيم المساحة المرفوعة إلى مثلثات لرسمها ولحساب مساحة المضلع إذا ما أريد ذلك كما سيأتى بعد ويحسن جدا ألا تقل أى زاوية من زوايا هذه المثلثات عن ٣٠° .

والأشكال الآتيــة توضح أبسط حالات المضلعات التى يمكن اختيارها وهى أهمها :

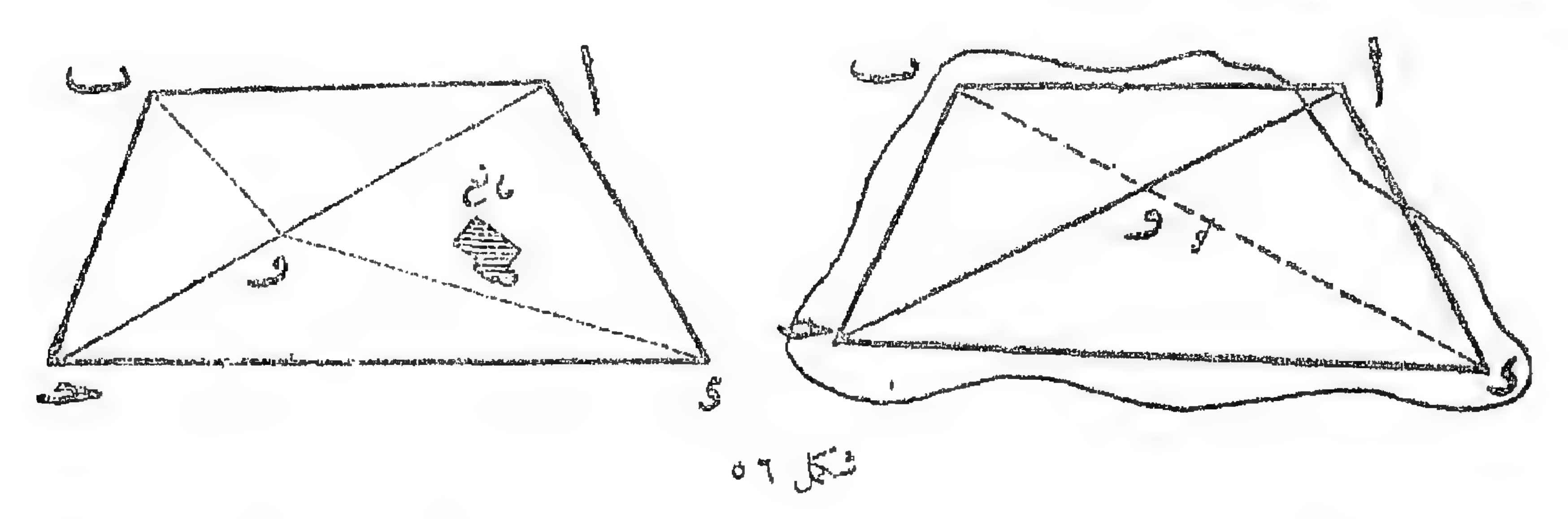
أولا — يسمح شكل قطعة الأرض بإحاطتها بمضلع على هيئة مثلث " ا ب ج " وبقياس أضلاعه الثلاثة يمكن رسمه ولاختبار صحة العمل يلزم قياس أى خط آخر فى الطبيعة ليوازن بطوله على الرسم ويسمى بخط الإختبار وقد يكون هو العمود نازلا من أى رأس على القاعدة المقابلة له مثل (ا و) أو أى خط يصل الرأس بإحدى نقط القاعدة مثل (ا وَ) أو أى خط يصل بين أى ضلعين مثل (س ص) مع معرفة مواقع النقط (و ، س ، ص) على أضلاع المثلث فى الطبيعة أثناء القياس وموازنتها بالرسم .



شكل ٥٥

ثانيا — أما إذا أحيطت قطعة الأرض بمضلع ذى أربعة أضلاع كما بالشكل فتقاس أضلاعه الأربعة — ولإمكان رسمه يجب قياس أحد قطريه وليكن (ا ج) حتى ينقسم الشكل بذلك إلى مثلثين (ا ب ج ، ا د ج) اذ يمكن رسمهما برسم (ا ج) أولا ثم إنشاء كل منهما على أحد جانبيه وهذا يسمى (ا ج) بخط القاعدة أما القطر الآخر (ب د) فيقاس لاستعماله كخط اختبار أى بموازنة طوله على الرسم بطوله المقيس بالطبيعة لنتأكد من صحة رسم المضلع وقد يقاس

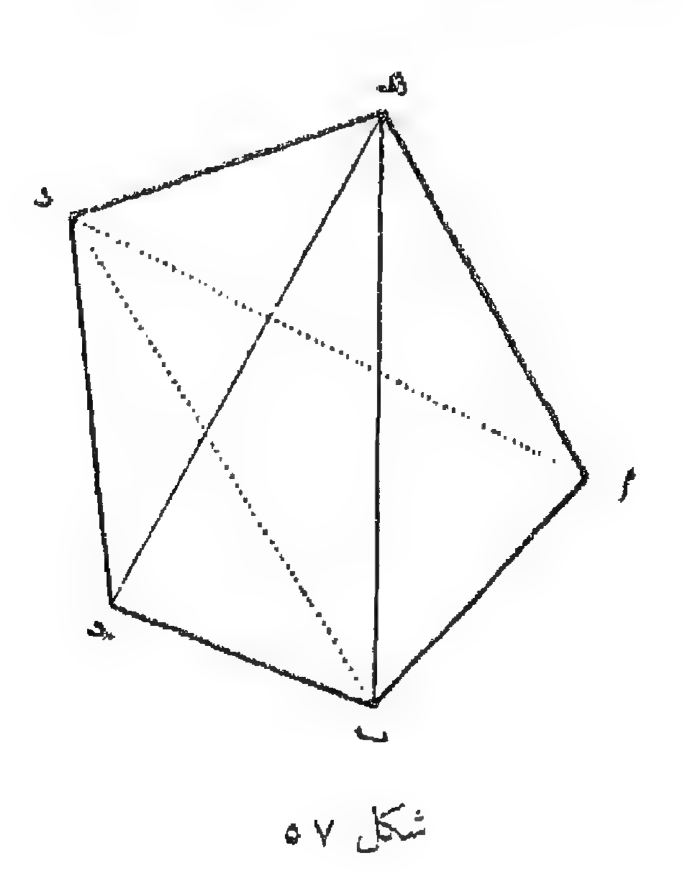
أيضا بُعد نقطة " و " (تقاطع القطرين) عن كل من (ا ، ج) ويقارن بالرسم وذلك لزيادة التأكد وفى هذه الحالة يمكن اعتبار " د و " خط اختبار خاص بالمثلث (ا د ج) ، " ب و " خط اختبار للمثلث (ا ب ج) .



شكل ٥٦

وفى بعض الأحوال قد يعترض قياس (ب د) مانع كمبنى أو كشك أو أكمة من الأشجار كما فى الشكل وحينئذ تنتخب على القطر (ا ج) أى نقطة مثل " و " بحيث يمكن منها قياس كل من (د و ، ب و) ويعتبر كل منهما خط اختبار للمثلث الواقع فيه .

ثالثا — وفى حالة المضلع الكثير الاضلاع يقسم الشكل الى مثلثات بمستقيمات تصل إحدى رؤوسه ببقية الرؤوس الأخرى وبذلك يمكن رسم المضلع ثم تقاس المستقيمات الواصلة من أى رأس ثانية إلى بقية الرؤوس وتعتبر كلها أو بعضها كخطوط اختبار .



شكل ٥٧

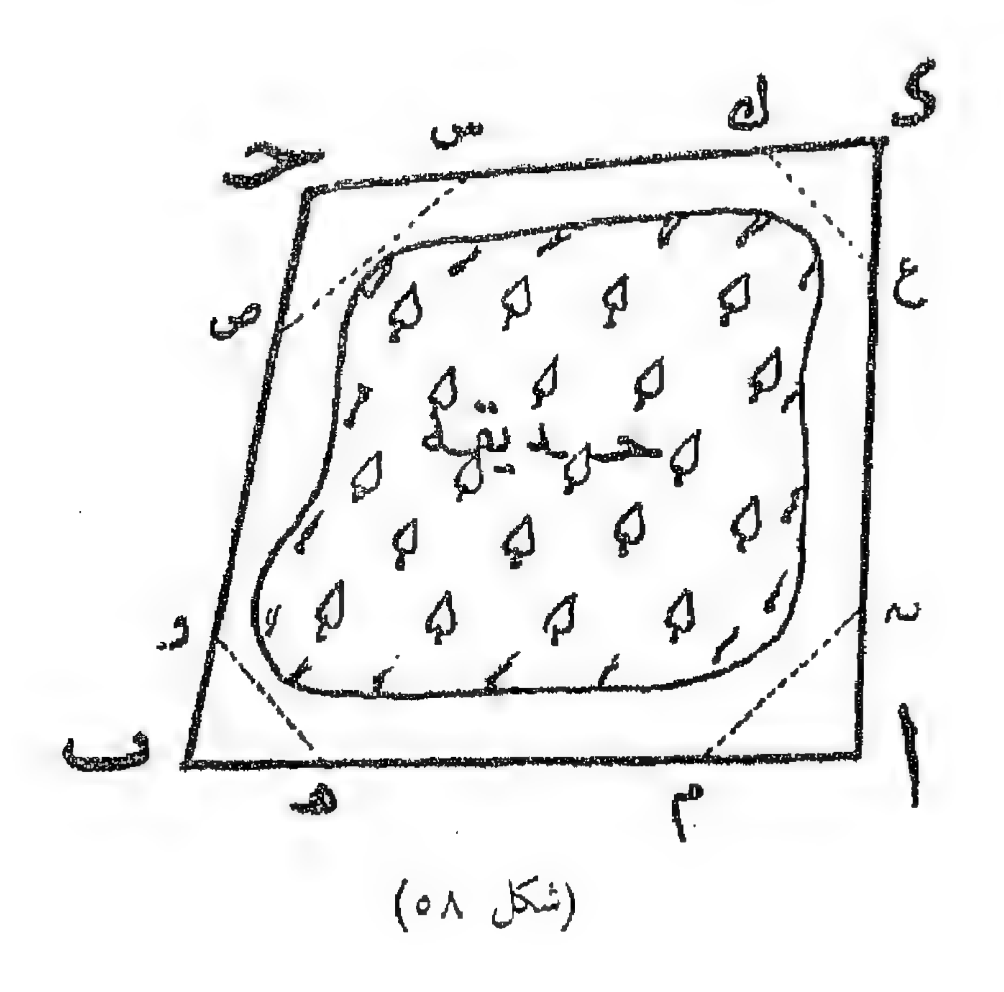
ففى الشكل القطران (ه ب ، ه ج) يقسمانه إلى مثلثات لإمكان رسمه بينما يعتبر القطران (د ا ، د ب) خطا اختبار .

رابعا — على أنه قد يحدث أحيانا عدم امكان مد خطوط الجنزير داخل المضلع لوجود أشجار أو مبان أو برك أو غابات أو لأن الأرض محاطة بأسوار وفى مثل هـذه الحالات تحاط الأرض بمضلع كالمعتاد مع ربط أضلاعه مقابل الزوايا بخطوط يصل كل منها بين أى نقطتين

تتعامدان على ضلعى الزاوية وبذلك تتكون مثلثات عند نهايات الأضلاع وتتكون هذه المثلثات إما داخل المضلع أو خارجه وذلك على حسب الأحوال، وبقياس أطوال أضلاع كل من هذه المثلثات المنتخبة يمكن رسم زاوية المضلع المنشأ عندها وبالتالى التوصل إلى رسم المضلع بأكمله كما يلى :

مثال ١ :

لرفع الحديقة المبينة بالشكل والتى يصعب مرور خطوط الجنزير فيها — تحاط بالمضلع (ا ب جـ د) وتقاس أطوال أضلاعه الأربعة ثم تربط بعض الزوايا بانتخاب خط مساعد مقابل لكل منها فمثلا لانتخاب الرباط " م ن " المقابل لزاوية " ا " ينتخب البعد " ا م " على الضلع " ا ب " وكذلك البعد " ا ن " على الضلع " ا د " ثم يقاس كل من " ا م " ، " ا ن " ، " م ن " وبالمثل مع بقية الأربطة .



(شكل ٥٨)

وعند رسم المضلع يبدأ برسم أحد أضلاعه — وليكن " ا ب " — ثم يؤخذ عليه البعد " ا م " وينشأ عليه المثلث " ا م ن " المعلومة أطوال أضلاعه الثلاثة ثم يمد " ا ن " ويؤخذ عليه طول " ا د " فنحصل على نقطة " د " .

وكذلك عند نقطة "ب" يقاس الضلع "ب هـ" وينشأ عليه المثلث "هـ ب و" المعلومة أطوال أضلاعه الثلاثة ثم يمد " ب و " ويقاس عليه طول الضلع " ب جـ " لنتج نقطة " جـ "

يوصل " جـ د " ويمكن اعتباره كخط اختبار ومقارنة طوله على الرسم بالطول المقاس على الطبيعة كما يمكن زيادة فى التأكد اعتبار بقية الأربطة "س ص" و "ع ك" خطوط اختبار أيضا .

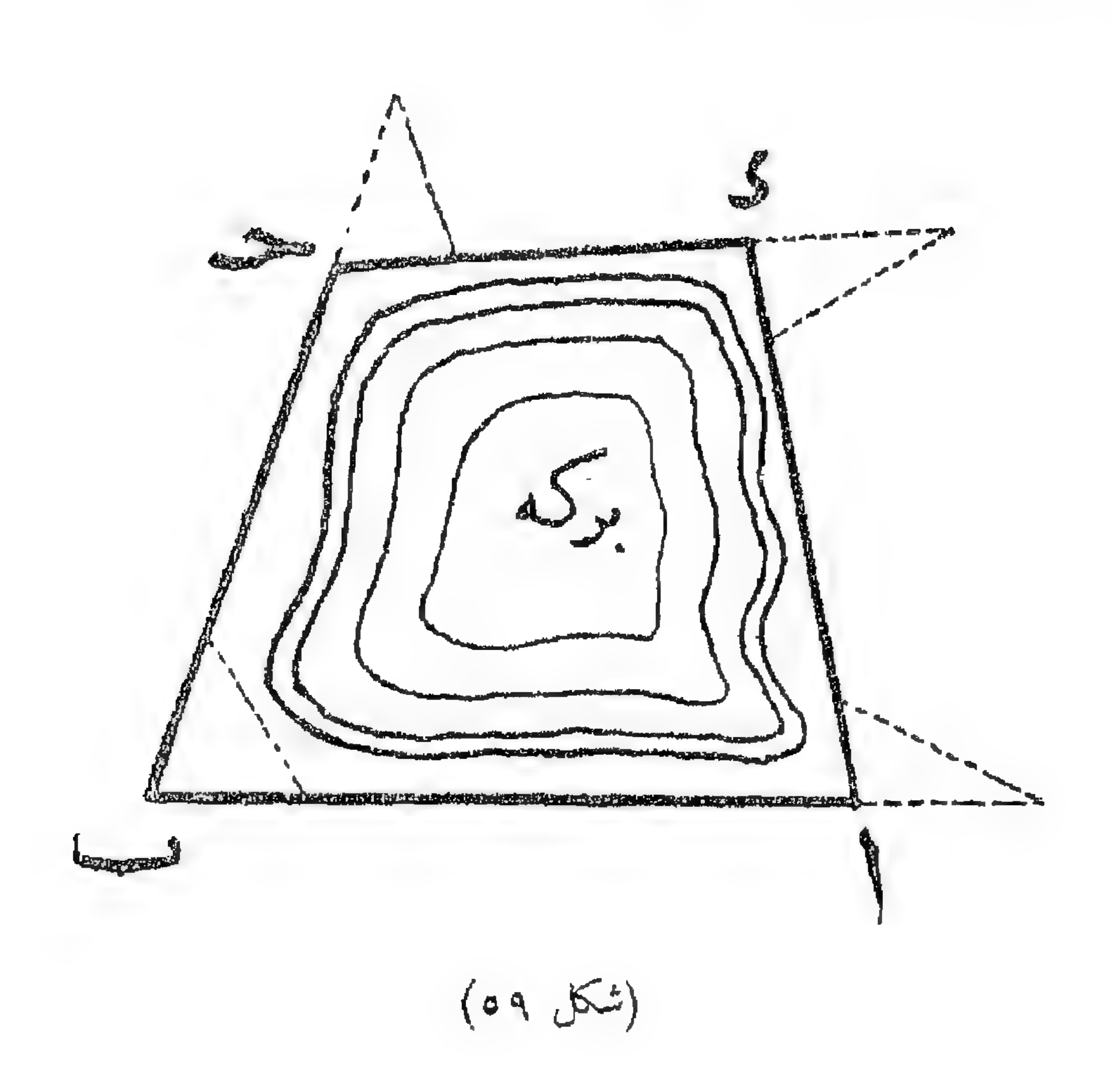
ولما كانت الروابط فى مثل هـذه الحالة هى الأداة الوحيدة لرسم المضلع وكان أقل خطأ فى قياسها أو رسمها يسبب خطأ كبيرا فى رسم المضلع لهذا وجب مراعاة :

(١) الدقة التامة فى قياسها .

(٢) إختيارها بأطوال كافية ليقل احتمال الخطأ فيها ويحسن ألا يقل كل من " ا م "، " ا ن " وأمثالهما عن عشرين مترا خصوصا إذا كانت أطوال المضلع كبيرة .

مثال ٢ :

لرفع البركة المبينة بالشكل تحاط بالمضلع " ا ب جـ د " ولما كانت بعض النقط الثابتة قريبة من حدّ البركة لدرجة لا يمكن معها أخذ الأربطة عندها من الداخل فلهذا تؤخذ الأربطة من الخارج على الاضلاع أو امتدادها كما هو مبين — على أنه فى بعض النقط قد تسمح الأحوال بأخذ الرباط من الداخل كما فى نقطة "ب" .

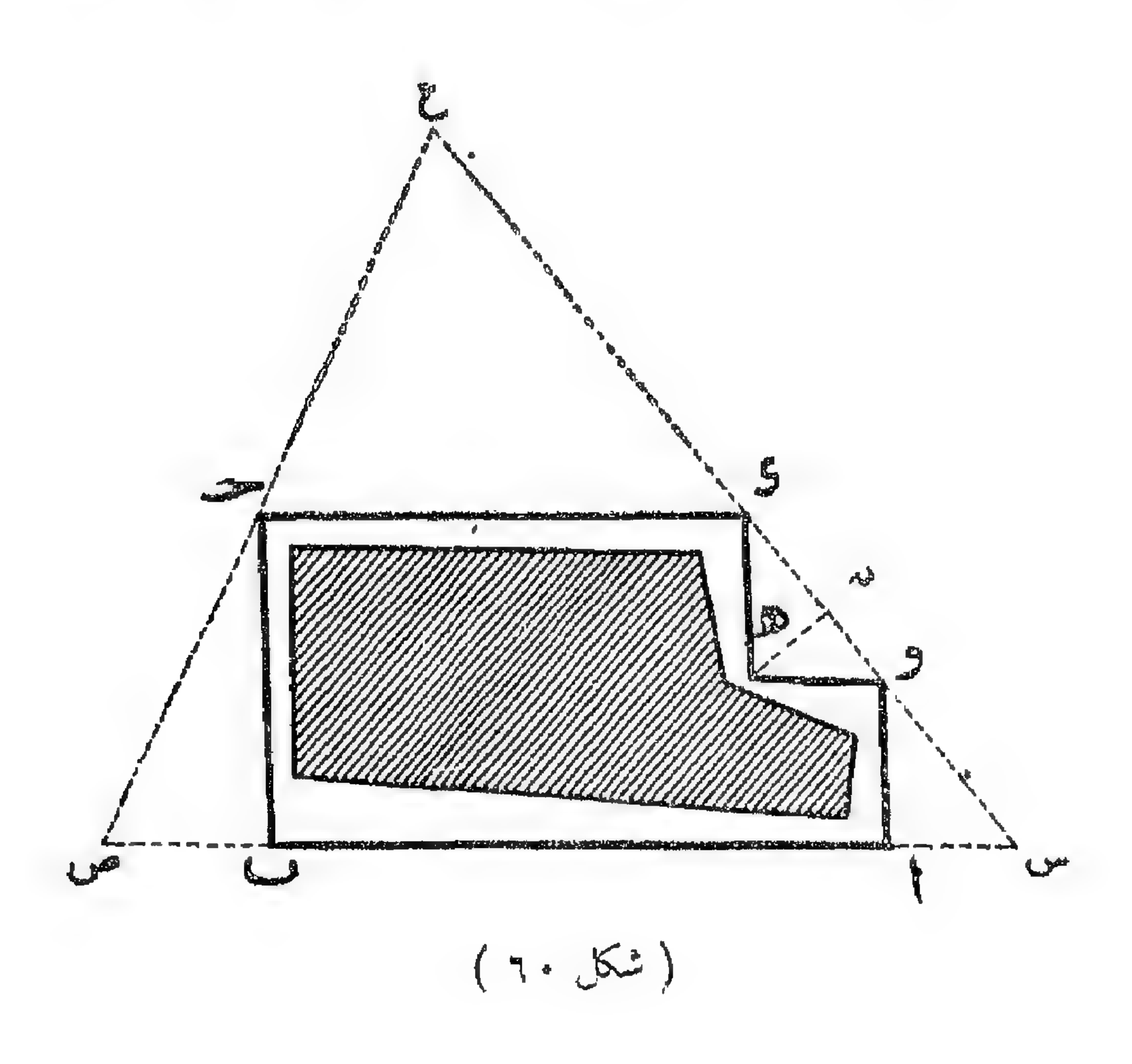


(شكل ٥٩)

مثال ٣ :

ولرفع المبنى المبيّن بالشكل يمكن إحاطته بالمضلع (ا جـ د هـ و) ،ونظرا لأن الأراضى والفضاء حوله تسمح بانشاء المثلث (س ص غ) الذى تقع على أضلاعه أغلب رؤوس المضلع الأصلى

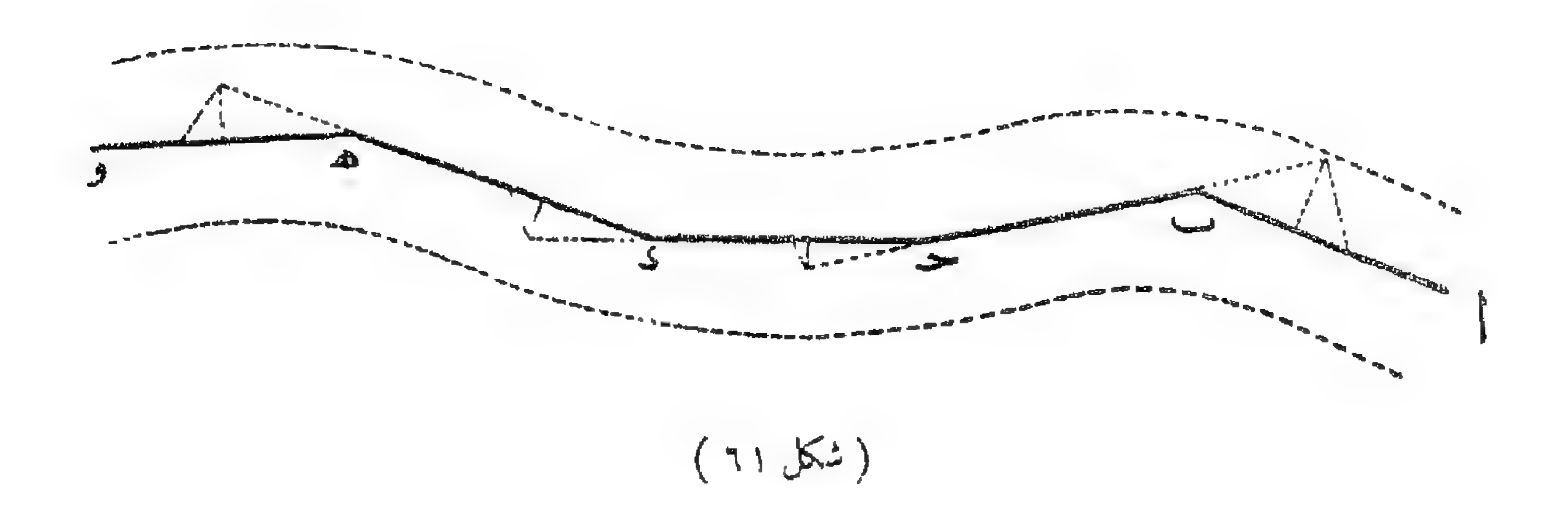
فحينئذ يتسنى لرسمه بقياس أضلاعه (س ص، ص ع ، ع س) مع تحديد مواقع كل من النقط (ا ، ب ، جـ ، د ، و) على أضلاعه ثم رفع نقطة "هـ" باسقاطها على الضلع "س ع" .



(شكل ٦٠)

مثـال ٤ :

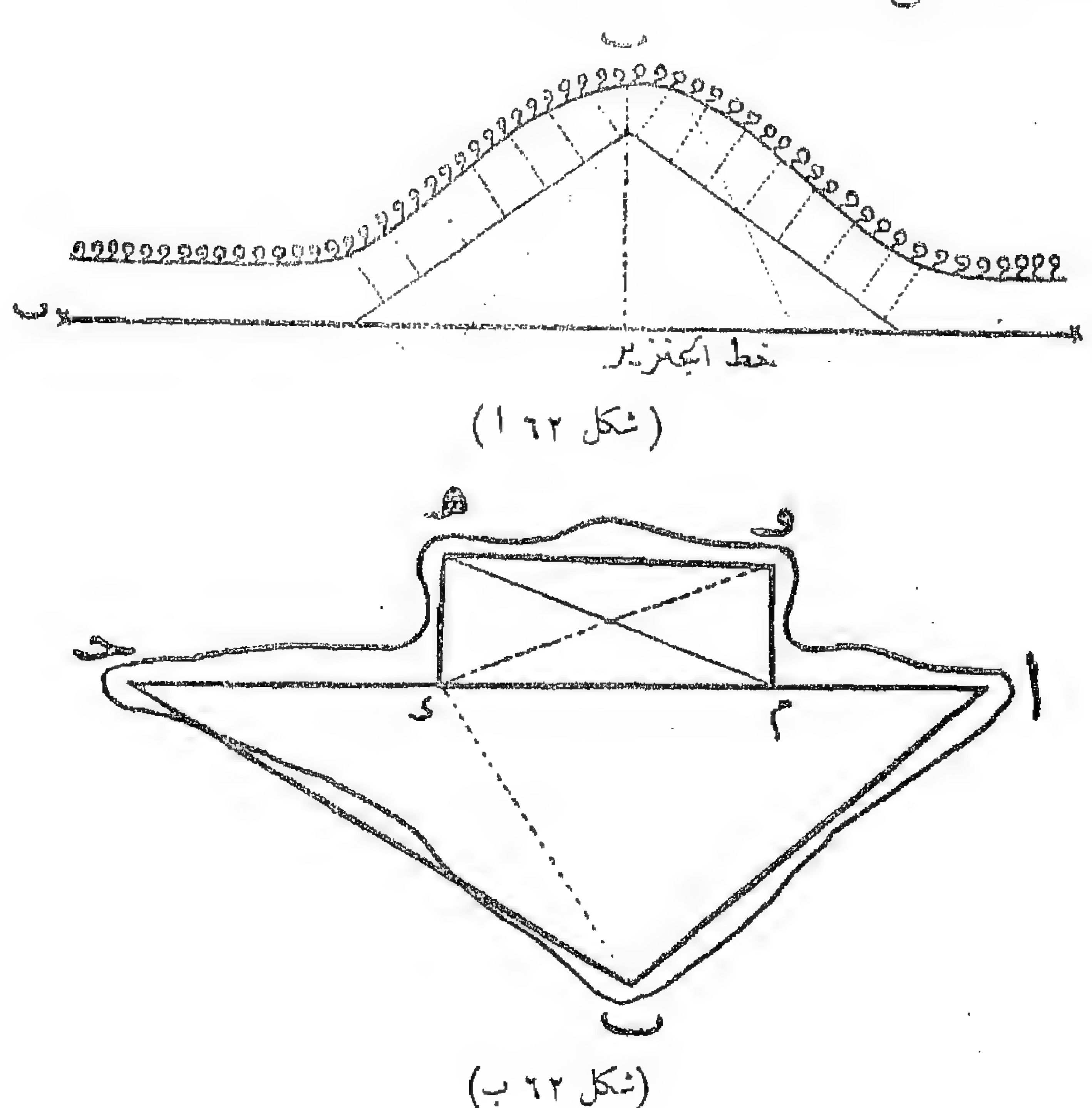
وفى المضلعات المفتوحة التى تنشأ غالبا لرفع المساحات المستطيلة نوعا فى اتجاه محورها كالطرق وغيرها تقاس أطوال أضلاعها (ا ب ، ب جـ ، جـ د ، د هـ و ، ... الخ) مع ربطها عند رؤوسها بانشاء مثلثات على الأضلاع أو امدادها (مثلث عنـد كل رأس) ، ثم تقاس أضلاع هذه المثلثات لامكان رسم المضلع .



(شكل ٦١)

أما المضلعات الثانوية فهى التى تنشأ على أحد أضلاع المضلع الأصلى لرفع الجزء من المساحة الذى تبعد حدوده عن أضلاع المضلع الأصلى بمسافة تزيد عن الأطوال المتعادة للاحداثيات .

وتعامل هذه المضلعات الثانوية عند رفعها (سواء أكانت مثلثية أو رباعية ...) نفس معاملة المضلعات الأصلية (الأساسية) من حيث قياس أضلاعها والأربطة اللازمة ورفع تفاصيل الحدود المجاورة لكل ضلع من أضلاعها كما سيأتى بعد .



(شكل ٦٢ ا)

(شكل ٦٢ ب)

والمتبع فى مصلحة المساحة المصرية عند رفع أراضى القطر الزراعية (وهى العملية المعروفة بفك الزمام) أن تعطى لكل مسّاح خريطة للمنطقة المطلوب رفعها موقعا عليها نقط الترافرسات (وهى نقط ثابتة تثبتها مصلحة المساحة فى مختلف الأماكن بزوايا حديدية أو غيرها وتسجل مواقعها) ليمد بينها خطوط الجنزير الرئيسية ثم ينشئ عليها خطوطا أخرى ثانوية للجنزير تتمشى بقدر الإمكان مع حدود القطع والمعالم المطلوب رفعها .

شرح عملية الرفع

وبعد أن يتم تكوين واختيار المضلع المناسب لشكل الأرض بوضع فى كل من رءوسه (وهى النقط الثابتة) شاخص بأعلاه راية لتساعد على رؤيته وتمييزه ثم يبـــدأ بقياس أطوال الأضلاع وخطوط الاختبار والأربطة بالجنزير أو الشريط الصاب ذى البكرة مع الشواخص وذلك بالطرق السابق شرحها .

وفى أثناء عملية القياس تعمل التحشية إذ تقاس الأحداثيات على جانبى الجنزير إلى جميع نقط حدود الأرض وإلى معالمها القريبة التى نرغب فى رفعها وبيانها على الخريطة .

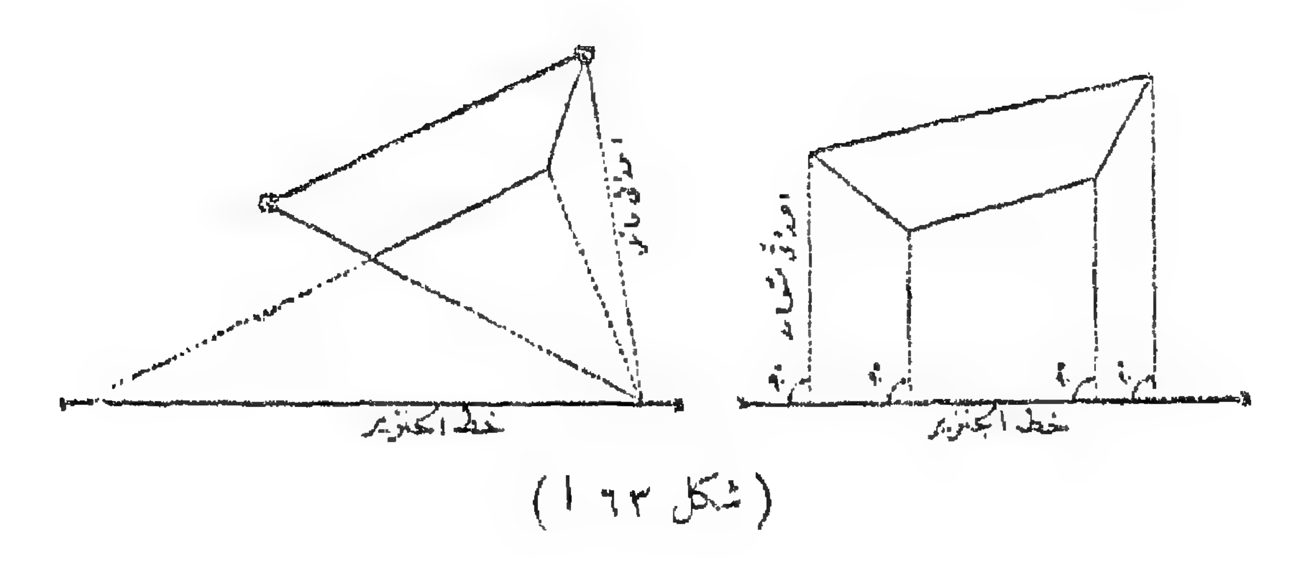
الأحداثيات :

والأحداثى هو خط يقاس من خط الجنزير إلى النقطة التى يراد اظهارها على الرسم وتؤخذ الأحداثيات أثناء عملية القياس بالجنزير أى يترك الجنزير مفرودا على الأرض فى اتجاه المقاس ومثبتا بشوكة فى كل من نهايتيه بينما تؤخذ الأحداثيات منه إلى جميع التفصيلات والمعالم التى نرغب فى بيانها واظهارها على الخريطة من حدود القطع إلى المساقى أو الجسور المجاورة لها إلى الأسوار التى تسير بمحاذاة خط الجنزير وما فيها من بوابات وغيرها إلى مبان تقع إلى حد ما فى اتجاه الجنزير إلى غير ذلك من المعالم الطبيعية القريبة منه على أنه يجب الاقتصار على الأحداثيات اللازمة دون الإكثار منها بغير مبرر .

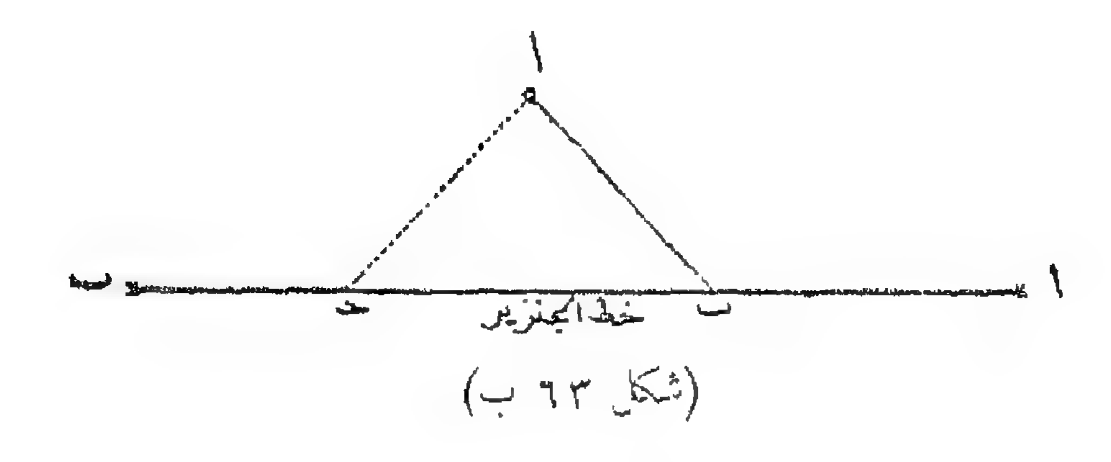
والأحداثيات على نوعين :

(١) متعامدة على خط الجنزير .

(٢) مائلة عليه .



(شكل ٦٣ ا)



(شكل ٦٣ ب)

فالمتعامدة هى الشائعة الاستعمال وأقصى طولها ٢٠ مترا عند عمل خرائط بمقياس $\frac{١}{٢٥٠٠}$ و ٨ أمتار عند عمل خرائط بمقياس $\frac{١}{١٠٠٠}$

وأما المائلة فهى أضبط وأدق ويجب استعمالها متى زاد طول العمود على ٢٠ مترا على أنها قد تستعمل لتوقيع نقط ذات أهمية خاصة — وفيها يقاس بُعد هذه النقطة عن أى نقطتين متباعدتين على خط الجنزير وبمعلومية مسافاتها عليه يمكن رسم المثلث الذى تكون النقطة المرفوعة رأسه (بقدر الامكان يحسن أن يكون المثلث متساوى الأضلاع تقريبا)

وتقاس الاحداثيات بالشريط التيل (وأحيانا بالجنزير) وذلك بأن يمسك شخص بمبدأ الشريط ويقف على النقطة المراد أخذ الاحداثى لها بينما يقف المساح أو التابع على الجنزير وبيده نهاية الشريط ويقيس طول الاحداثى لأقرب ٥ سم وذلك (فى حالة المسامدة) بعد تحديد موقع العمود على خط الجنزير من النقطة بإحدى الطرق الآتية :

(ا) بالعين المجردة وذلك للاحداثيات القصيرة أى التى لا يزيد طولها على ٣ أمتار .

(ب) بإحدى الطرق السابق شرحها عند اسقاط الأعمدة بالشريط وذلك للاحداثيات المتوسطة الطول .

(ج) بواسطة مثلث المساح أو البانتومتر إذا أريد الدقة أو كان الاحداثى طويلا — وطريقة ذلك أن يقف المساح ومعه المثلث فوق خط الجنزير مقابل النقطة التى يريد أخذ احداثى لها ثم يُوجّه المثلث على اتجاه الجنزير بالنظر من شرخين على الشاخصين الموضوعين فى نهايتى هذا الاتجاه ثم ينظر من الشرخين المتعامدين على النقطة المطلوب أخذ الاحداثى لها فان رآها كان واقفا فى موقع العمود منها وإلا فيتحرك بالمثلث على خط الجنزير بمقدار الفرق أو يكرر العمل حتى يصل إلى موقع يرى فيه النقطة فيكون موضع المثلث هو موقع الاحداثى العمودى

ويجب عند قياس الاحداثيات سواء أكانت عمودية أم مائلة ملاحظة قياسها دائما فى مستوى أفقى بأن يشد الشريط أفقيا تماما وإذا كانت مائلة وكان الجنزير فى الجزء العالى منها وجب رفع نهاية الشريط فوق النقطة المأخوذ لها الاحداثى حتى يصير أفقيا أما إذا كانت النقطة فى العالى وخط الجنزير فى الواطى وجب رفع الشريط فوق الجنزير حتى يصبح أفقيا مع الاستعانة بشاخص أو شوكة لتحديد موقعه على الجنزير .

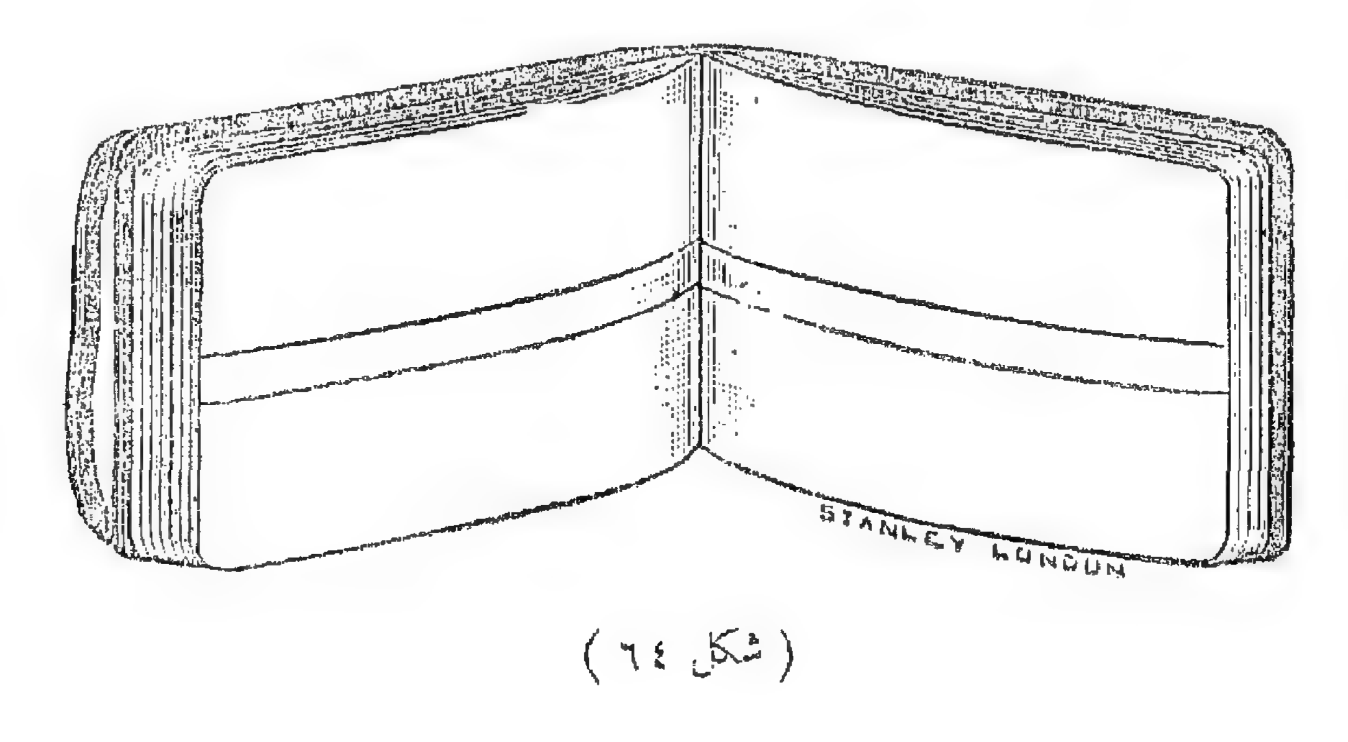
وترجع أهمية القياس أفقيا إلى أن جميع الخرائط المساحية هى مساقط أفقية ولهذا السبب يلزم على الدوام قياس الأبعاد بمساقطها الأفقية ولذا وجب عند أخذ أى أحداثى التأكد من أمور ثلاثة : أفقية الشريط وتعامده على خط الجنزير ثم التأكد من قراءة كل من الشريط والجنزير .

دفتر الغيط :

دفتر مخصص لتدوين جميع التخطيطات "الكروكيات" والرسومات والمقاسات الخاصة بالرفع كأطوال الخطوط والاحداثيات وجميع المعلومات الأخرى .

وهو صغير الحجم مناسب للجيب مستطيل الشكل تختلف أبعاده من ١٢ × ٨ سم الى ٢٢ × ٢٤ سم يتوسط كل صفحة من صفحاته وفى اتجاه طولها إما خط واحد أحمر أو خطان أحمران بينهما مسافة حوالى ٢ سم وهذا الخط أو الخطان يمثلان خط الجنزير على أن النوع الأخير ذا الخطين هو الشائع الاستعمال .

وعلى الخط الواحد أو فيما بين الخطين تكتب أبعاد الجنزير التى تؤخذ مقابلها الاحداثيات أو التى يتقاطع عندها خط الجنزير مع بعض حدود القطعة — أما بقية فراغ الصفحة الواقع على يمين و يسار خط الجنزير فيخصص ليرسم فيه قبل الابتداء فى قياس الخط رسم يشابه الطبيعة



(شكل ٦٤)

و بأبعاد متناسبة ومتمشيا معها فى اتجاه سير خط الجنزير على كل من جانبيه وعلى هذا الرسم يبين كل مايطلب رفعه وقياس أبعاده أو أخذ إحداثياته فى أثناء عملية القياس .

وعند ابتداء عملية الرفع يجب أولا وقبل كل شئ رسم كروكى شامل للأرض بمحتوياتها وذلك بعد استكشافها — رسم دون مقياس — ولكن بأبعاد متناسبة مع بعضها البعض مع كتابة أسماء المعالم التى يحتويها كمجارى الرى والصرف والطرق والمبانى والأسوار وغيرها وكذا أنواع المزروعات الموجودة وفى أعلاه اسم المنطقة وتاريخ الرفع واسم المهندس ومساعديه مع ضرورة بيان اتجاه خط الشمال على الرسم لامكان معرفة وتحديد موقع القطعة بالنسبة للجهات الأصلية .

على هذا الكروكى يرسم مضلع خطوط الجنزير المناسب لشكل الأرض (باللون الأحمر غالبا) مع بيان الروابط وخطوط الاختبار وذلك بعد اختيار النقط الثابتة وتسميتها بالحروف أو الأرقام ثم يسير الراصد بنفسه فى اتجاهات هذه الخطوط فى الطبيعة للتأكد من صحة اختيارها بخلوها من الموانع التى قد تعترضها وقت القياس .

وفى الصفحات التالية للدفتر يمكن عمل كروكى لكل من النقط الثابتة ومتى ابتدئ فى عملية القياس أو التحشية يلزم أن يخصص لكل خط من خطوط الجنزير صفحة خاصة به أو صفحتان متقابلتان على حسب طوله — أما خطوط الاختبار والروابط فيكتفى بتدوين أطوالها إلا إذا كان أحدها يجاور حدًا نريد رفعه فحينئذ تفرد له صفحة خاصة وتؤخذ عليه الاحداثيات .

وتدون المقاسات فى الدفتر كما يلى :

(١) يخصص لكل خط صفحة خاصة به .

(٢) يبدأ التدوين من أسفل الصفحة حيث يكتب اسم الخط (أب مثلا) وعلى خط الجنزير يكتب اسم النقطة التى يبدأ منها القياس (ا مثلا) وعلى يمينها أو يسارها تخرج من خط الجنزير خطوط أخرى فى اتجاهات خطوط المضلع المتفرعة من هذه النقطة .

(٣) يكتب الرقم الدال على ابتداء المقاس بين خطى الجنزير محاطا بدائرة (صفر مثلا) .

(٤) تقاس الاحداثيات على يمين و يسار الجنزير إلى نقط الحد والمعالم الثابتة وتدون طول كل احداثى بجانب النقطة التى أخذ لها وذلك بعد أن يكتب بين الخطين الأحمرين البعد على الجنزير الذى قيس عنده الاحداثى .

ويجب أن يكون الرسم فى الدفتر على يمين ويسار خط الجنزير متمشيا مع الطبيعة فى اتجاه المقاس لأهمية ذلك عند الرسم وكذا عند استخراج مساحة القطعة .

(٥) يستمر العمل بهذه الكيفية وكلما وصلنا الى نقط ثابتة أخرى يكتب بعدها على الجنزير فيما بين الخطين محاطا بدائرة وتخرج منها خطوط تكون بالتقريب فى اتجاهات الخطوط المتفرعة منها .

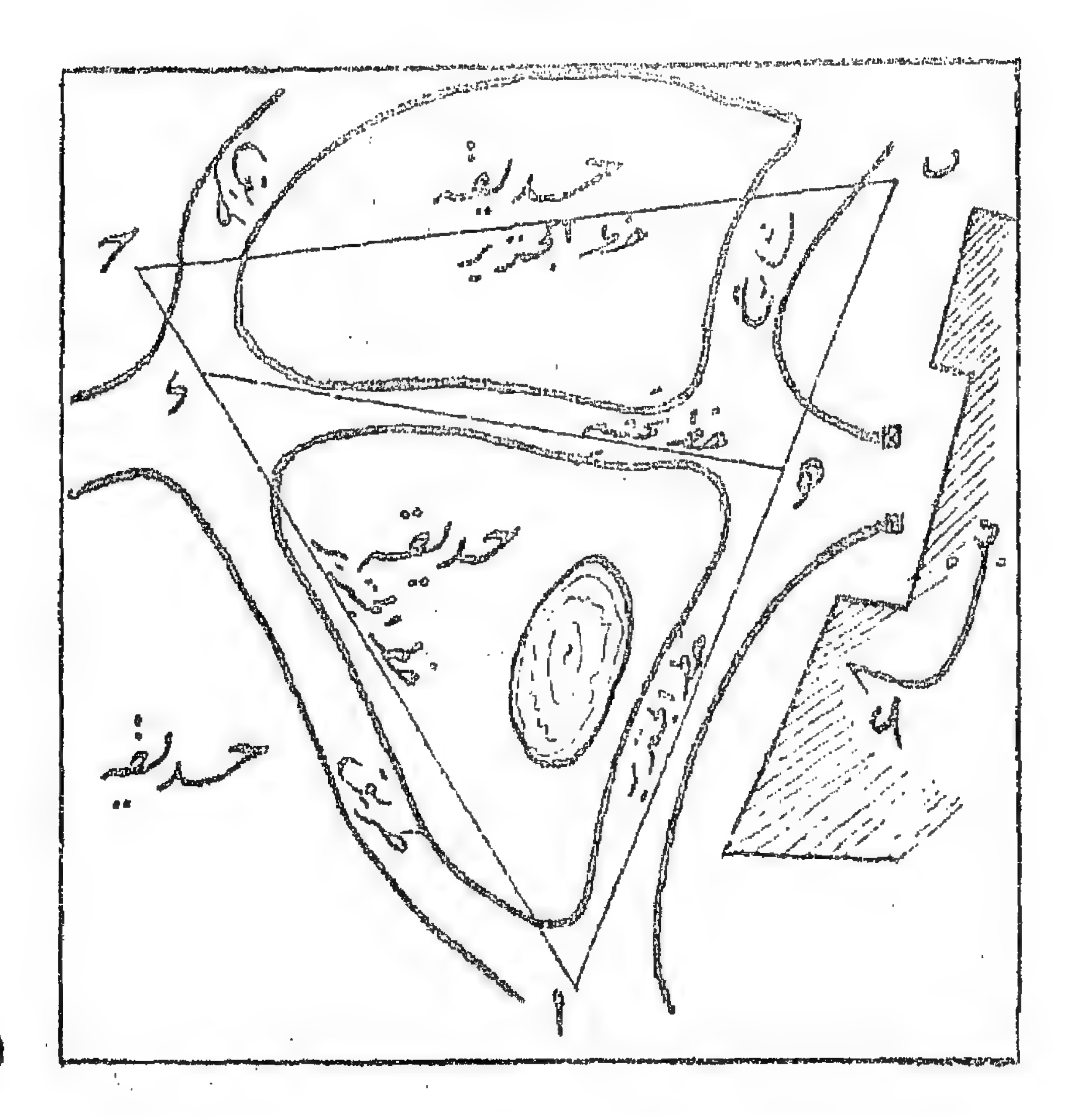
(٦) إذا تقاطع خط الجنزير مع الرسم وجب ملاحظة أن يكون التقاطع فى نقطتين متقابلتين تماما (وذلك فى الدفتر ذى الخطين) بحيث تصبحان نقطة واحدة فيما لو ضم الخطان الأحمران ذلك لأن هذين الخطين فى الدفتر يمثلان فى الحقيقة خطا واحدا على الطبيعة هو خط الجنزير والتقاطع فى الطبيعة لا يكون إلا فى نقطة واحدة .

(٧) عند الوصول إلى نهاية الخط يكتب الرقم الدال على طوله الكلى بين خطى الجنزير محاطا بدائرة وفوقه اسم نقطة انتهاء الخط وعلى جانبيها تخرج الاتجاهات المتفرعة منها للنقط الأخرى كما حدث تماما فى نقطة الابتداء .

وفى الدفتر ذى الخط الواحد تكتب على نفس الخط جميع الأبعاد التى كانت تكتب بين الخطين .

وتطبيقا لما سبق نورد صورة لصفحة دفتر الغيط لبعض خطوط المضلع لقطعة المبينة .

والرسم لقطعة فى إحدى الحدائق العامة ولرفعها أحيطت بالضلع "اجب" كما أخذ الخط (ده) لرفع التفاصيل على جانبيه و يمكن اعتباره خط اختبار بمعرفة موقع (د و ه) على الضلعين (اج و اب) على التوالى .



(شكل ٦٥ ا)

(شكل ٦٥ ب)

الباب الثالث

الخرائط المساحية

الفصل الأول

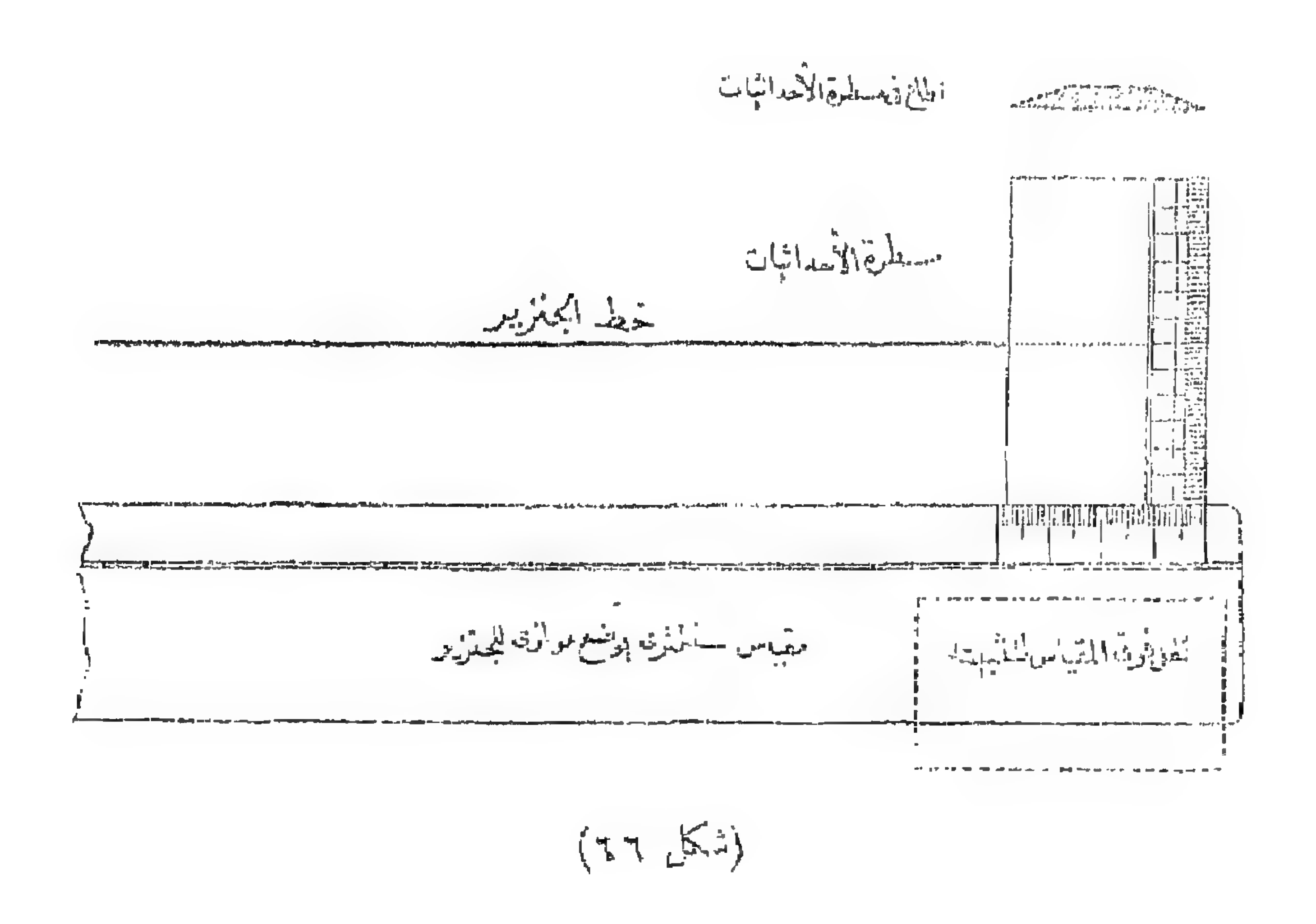
رسم الخرائط

بعد الانتهاء من عملية الرفع يبدأ برسم خريطة للقطعة فيختار لذلك مقياس رسم مناسب يراعى عند انتخابه كيفية وضع الشكل على ورقة الرسم وابعادها كما سيأتى بعد .

يبدأ برسم المضلع (خطوط الجنزير) فيرسم أطول خط فيه (خط القاعدة) فى مكان من الورقة يسمح لبقية الخطوط مع تفصيلاتها بالظهور فى أماكنها المناسبة من الخريطة ثم يكمل رسم المضلع برسم بقية أضلاعه بالاستعانة بالروابط ويتأكد من صحته بواسطة خطوط الاختبار كما سبق شرحه .

بعد ذلك يبدأ برسم التحشية لكل خط من خطوط الجنزير على حدة (أى توقيع التفصيلات الواقعة على جانبيه) ولعمل ذلك يفتح صحيفة دفتر الغيط المرفوع فيها هذا الخط وتوضع بجوار الخريطة فى اتجاه الخط نفسه لكى توقع التحشية فى نفس اتجاه الرفع ويستعمل لذلك مسطرتان إحداهما طويلة وهى المقياس العادى وتوضع بحرفها المقسم منطبقا على خط الجنزير وبشرط وقوع صفر تقاسيم هذه المسطرة مقابل مبدأ الخط ثم تثبت فى مكانها هذا بوضع ثقل على كل من نهايتيها ، أما المسطرة الثانية وتسمى بمسطرة الاحداثيات فهى كما فى الشكل صغيرة (حوالى ٥ سم طول × ٣ سم عرض × ٣ ماليمتر سُمْك) أحرفها مشطوفة وسطحها العلوى مقسم إما إلى سنتيمترات أو ماليمترات أو قد تقسم على أساس مقياس خاص وبتحريكها على المسطرة الأصلية المثبتة على خط الجنزير تعطى خطوطا متعامدة عليها تمثل الاحداثيات يقاس

على كل منها طول الاحداثى مقابل البعد الذى قيس عنده على الجنزير (تقاس الأبعاد على الجنزير على المقياس الكبير بينما الاحداثيات تقاس بالمسطرة الصغيرة) .



(شكل ٦٦)

وهكذا من خط الى آخر حتى تتم تحشية جميع خطوط المضلع وكذا خطوط الاختبار التى قد يكون على بعضها تحشية أو المضلعات الثانوية أن وجدت ويكون التوقيع والرسم كله بالقلم الرصاص الخفيف ثم توصل نهايات الاحداثيات لتكون الحد المرفوع .

بعد ذلك تحبر الخريطة بالحبر الشينى باستعمال قلم الجدول (وهو قلم معدنى خاص للتحبير بالحبر الشينى مشقوق الى نصفين يصب الحبر بينهما) واذا رئى إظهار خطوط الجنزير وتحبيرها فغالبا ما يكون ذلك بالحبر الأحمر أما بقية الرسم فيكون بالحبر الأسود ماعدا مجارى المياه فيصح أن تبين بالحبر الأزرق .

يرسم خط الشمال فى مكان ظاهر من الخريطة وعادة يكون فى أعلاها ويعمل فى الغالب على هيئة سهم متجها برأسه نحو الشمال وفائدته معرفة الجهات الأصلية ومواقع أجزاء الرسم بالنسبة لها . ويقاس خط الشمال فى الطبيعة بواسطة البوصلة .

وبعد الانتهاء من التحبير تمسح الخريطة جيدا بالمحاة لازالة آثار الرصاص وقد تكون بألوان تناسب المعالم المختلفة فالأزرق للمياه والأخضر للحشائش والمزروعات والأصفر للطرق وهكذا وقد لا تلون ويكتفى بوضع علامات اصطلاحية على أجزائها للدلالة عليها مع كتابة أسماء الأجزاء المختلفة .

كما يجب أن يكتب فى أعلى الخريطة عنوانها ومقياس رسمها وغالبا ما يرسم — اما بأسفل الخريطة أو بأعلاها — مقياس رسم تخطيطى يتفق مع المقياس الذى رسمت به لقراءة أطوال الأبعاد المختلفة مباشرة بمجرد قياسها على هذا المقياس دون حسابها .

إشارات اصطلاحية

حدود الأملاك
دارابزينات وحواجز خشب أو حديد
أسوار من البناء ذات دارابزينات خشبية أو حديد
حدود الأحواض
« النواحى
« المراكز
« المديريات
سكك حديد الحكومة المزدوجة
خطوط الترام الكهربائى
نخيل
أشجار
مستنقع
مبانى الحكومة
ترع عمومية
كوبرى بناء
كوبرى خشب
ميل بالحجر (مرصوف)
ميل الجسور

(شكل ٦٧)

مقياس الرسم

معلوم أن الغرض الأساسى من أعمال القياس فى علم المساحة هو التوصل الى عمل خريطة مساحية (مسقط أفقى) للمنطقة أو القطعة مبينا عليها المنشآت التى عليها .

ولما كان من المتعذر رسم الأطوال المقاسة بالطبيعة وتوقيعها على الخريطة بأطوالها الطبيعية — لهذا وجب تغيير هذه الأطوال جميعها بنسبة واحدة مناسبة — هذه النسبة تسمى بمقياس الرسم .

وعلى ذلك يمكن تعريف مقياس الرسم بأنه النسبة بين طول أى بعد على الخريطة والمسافة التى تقابله على الطبيعة — فلو كان البعد بين نقطتين على الطبيعة هو ١٠٠ متر وعلى الرسم ٥ سنتيمترات فان مقياس رسم هذه الخريطة هو $\frac{\text{الطول على الخريطة}}{\text{الطول على الطبيعة}}$ أى $\frac{\text{٥ سنتيمترات}}{\text{١٠٠ متر} \times \text{١٠٠ سنتيمتر}} = \frac{١}{٢٠٠٠}$

وطبيعى أنه لو عرف طول الخط على الرسم وعلم مقياس الرسم فانه يمكن حساب طوله على الطبيعة وذلك بقسمة طوله من الخريطة على مقياس الرسم فمثلا خط طوله ٤ سم ومرسوم على خريطة مقياس رسمها $\frac{١}{١٠٠٠٠}$ = ٤ × $\frac{١٠٠٠٠}{١}$ = ٤٠٠٠٠ سم = ٤٠٠ متر وهكذا .

كيفية اختيار مقياس الرسم :

هنالك عدة عوامل تحدد مقياس الرسم الذى نختاره لرسم أى خريطة أهمها :

(١) الغرض الذى من أجله ترسم الخريطة فان كانت لغرض تخطيط و بيان مشروعات عليها فيكون مقياسها صغيرا وكلما أريد بيان تفصيلات عليها وجب اختيار مقياس أكبر ليساعد على اظهار الأبعاد الصغيرة .

(٢) مساحة القطعة المرفوعة تحدد بالتقريب حجم الخريطة المناسب ومنه يمكن معرفة المقياس المعقول .

(٣) كثرة التفصيلات الدقيقة بالقطعة التى يراد اظهارها فى الخريطة تستلزم اختيار مقياس رسم كبير يسمح بذلك بعكس الأراضى البور أو الفضاء مثلا الخالية من المعالم والتفصيلات فهذه يمكن رسمها بمقاييس صغيرة فى حيز معقول يسهل معه تداوله .

(٤) مساحة ورقة الرسم ان كانت محدودة فان ذلك يحدد مقياس الرسم بترك هوامش معقولة وحساب $\frac{\text{طول الورقة بالسنتيمترات}}{\text{أكبر طول فى الطبيعة يراد رسمه عليها بالسنتيمترات}}$ لينتج المقياس المناسب للرسم فى هذا الاتجاه و بالمثل مع عرض الورقة والبعد الذى سيرسم عليه ثم يختار أصغر المقياسين لترسم به جميع الأبعاد .

فاذا أريد مثلا عمل خريطة لقطعة أرض مستطيلة أبعادها ٣٥٠ × ١٠٠ متر على ورقة أبعادها ٧٥ × ٥٠ سم

فان أكبر مقياس لرسم الطول هو $\frac{٧٥}{٣٥٠ \times ١٠٠} = \frac{١}{٤٦٧}$ تقريبا

وأكبر مقياس لرسم العرض هو $\frac{٥٠}{١٠٠ \times ١٠٠} = \frac{١}{٢٠٠}$

ينتخب مقياس واحد لترسم به القطعة $\frac{1}{467}$ إذ يمكن رسم العرض بسهولة بعكس المقياس الآخر $\frac{1}{200}$ الذى لا يمكن رسم الطول به ولما كان مقياس $\frac{1}{467}$ ليس من المقاييس السهلة الاستعمال ولكى لا يملأ الشكل فراغ الورقة بل تترك هوامش مناسبة لهذا ينتخب مقياس أصغر منه بقليل وعلى هذا فمن المناسب اختيار $\frac{1}{500}$

أنواع المقاييس — يمكن التعبير عن مقياس الرسم إما بذكر النسبة العددية ويسمى مقياس رسم "عددى" وإما بالرسم ويسمى مقياس رسم "تخطيطى".

١ — مقياس الرسم العددى — يكتب على الخريطة مقياس رسمها بالأعداد إما على هيئة نسبة (١ : ١٠٠٠ مثلا) وإما على هيئة كسر اعتيادى بسطه واحد صحيح ومقامه غالبا أحد الأعداد ٢ أو ٤ أو ٥ أو ١٠ أو مضاعفاتها فيقال مثلا مقياس $\frac{1}{50}$ أو $\frac{1}{400}$ أو $\frac{1}{500}$ أو $\frac{1}{1000}$ أو $\frac{1}{2000}$ أو $\frac{1}{4000}$ وهكذا

٢ — مقياس الرسم التخطيطى — عبارة عن مقياس مرسوم على الخريطة ليبين بطريقة مباشرة الطول الطبيعى المقابل لأى طول على الخريطة وذلك دون الرجوع إلى عملية التحويل الحسابى كما هو الحال فى المقياس العددى ويمتاز عن المقياس العددى بأنه ينكمش بنفس النسبة التى تنكمش بها الخريطة ولهذا فهو أدق منه .

والمقاييس التخطيطية على نوعين :

(ا) المقياس الطولى — واسمه أيضا البسيط .

(ب) المقياس الشبكى — وقد يسمى بالمقياس القطرى أو العشرى .

وتتضح كيفية انشاء المقياس التخطيطى البسيط من الأمثلة الآتية :

المثال الأول :

انشئ مقياس رسم $\frac{1}{200}$ ليبين ٥٠ سم وأحيانا يقال ليقرأ ٥٠ سم أى تكون أقل قراءة عليه هى ٥٠ سم (أى يكون أصغر قسم فيه يقابل ٥٠ سم على الطبيعة وتعتبر — فى هذه الحالة — ٥٠ سم هى درجة دقة المقياس إذ لا يمكن أن يبين عليه بعد أصغر من هذا) .

العمل :

(١) يحسب الطول على الرسم المقابل لمسافة ٥٠ سم بهذا المقياس فيساوى ٥٠ × $\frac{١}{٢٠٠}$ = $\frac{١}{٤}$ سم أى ٢٫٥ ملليمترات .

(٢) يضاعف هذا البعد لغرض الحصول على أقسام أطوالها على الرسم معقولة أى ١ سم أو ٢ سم وهكذا

ففى هذا المثال يضرب فى ٨ ينتج أن الخط الذى طوله على الرسم ٨ × ٢٫٥ ملليمتر = ٢٠ ملليمترا أى ٢ سم يمثل ٨ × ٥٠ = ٤٠٠ سنتيمترا أى ٤ أمتار فى الطبيعة .

(٣) يرسم خط طوله فى المعتاد حوالى ١٠ — ١٥ سنتيمترا و يقسم إلى أقسام طول كل منها ٢ سم .

يترك أول قسم من اليسار ثم تكتب على بقية الأقسام (من اليسار الى اليمين) الأبعاد صفر ثم ٤ ثم ٨ ثم ١٢ مترا الخ .. وهى الأطوال فى الطبيعة التى تمثلها هذه الأقسام على الرسم .

وعلى نهاية القسم الأيسر يكتب الرقم ٤ متر وهو البعد الطبيعى الذى يمثله طوله ثم يقسم هذا القسم الى ٨ أقسام صغيرة (وهو العدد الذى ضربنا فيه البعد على الرسم المقابل لقراءة المقياس للحصول على أقسام على الرسم تكون أطوالها معقولة) فكل قسم من هذه الأقسام الصغيرة يمثل ٥٠ سم وهو أقل مقدار يبينه المقياس و يتم تقسيم الخط (ا ب) الى ستة أقسام مثلا برسم أى اتجاه آخر من إحدى نهايتيه يصنع معه زاوية مناسبة و يؤخذ عليه ستة الأقسام المطلوبة بفتح الفرجار فتحة مناسبة والارتكاز فى (ب) وأخذ أول قسم ($ب ب_١$) ثم تكرار ذلك حتى ($ب_٦$) وهى نهاية القسم السادس وتوصل ($ب_٦$ ا) وترسم له موازيات من بقية نقط التقسيم ($ب_١$ ، $ب_٢$ ، $ب_٣$ ، $ب_٤$ ، $ب_٥$) لتقابل الخط (ا ب) فى نقط التقسيم المطلوبة .



٢٠ متر ١٦ ١٢ ٨ ٤ ٠ ١٠٠ ٢٠٠ ٣٠٠ ٤٠٠ سنتيمترا

(شكل ٦٨)

وقد يرسم هذا الخط الدال على المقياس مزدوجا وتعتبر أقسامه بالتبادل وذلك لسهولة اظهار الأقسام كما بالشكل .

المثال الثانى :

انشئ مقياسا $\frac{١}{١٠٠}$ ليبين (ليقرأ) $\frac{١}{٥}$ قصبة (القصبة ٣٥٥ سم)

العمل :

تتبع نفس الخطوات السابقة كما يلي :

(١) خمس ($\frac{١}{٥}$) قصبة على الطبيعة يقابلها على الرسم بهذا المقياس خط طوله

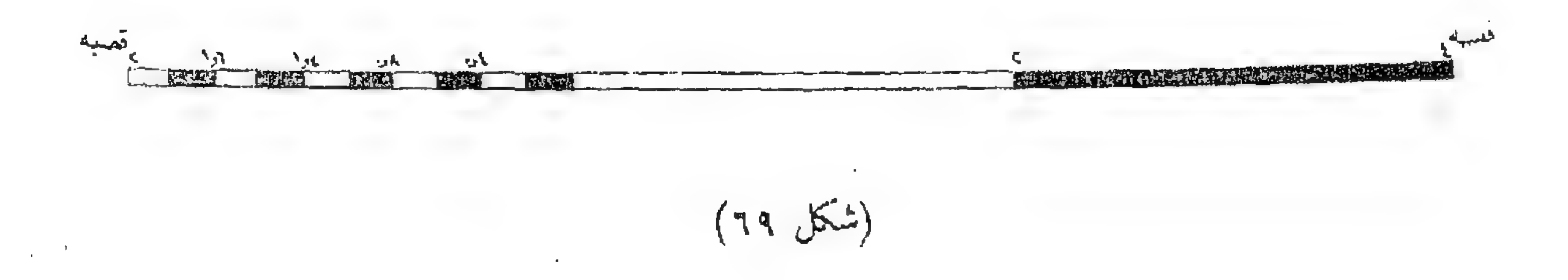
= $\frac{١}{٥}$ × $\frac{١}{١٠٠}$ قصبة = $\frac{١}{٥}$ × $\frac{١}{١٠٠}$ × ٣٥٥ = ٠,٧١ سنتيمترا وقد حولنا الطول على الرسم من قصبات الى سنتيمترات لأن السنتيمتر وأجزاءه هو الوحدة التى نرسم بها وليست القصبات وأجزاءها .

(٢) أنسب عدد يضرب فيه هذا الرقم (٠,٧١) لمضاعفة طول القسم هو العدد الذى يساعد على التخلص من كسور المليمترات بقدر الامكان

فبالضرب فى ١٠ ينتج أن

١٠ × ٠,٧١ = ٧,١ سنتيمترا على الخريطة تقابل ١٠ × $\frac{١}{٥}$ = ٢ قصبة على الطبيعة .

(٣) يرسم خط مكون من قسمين أو ثلاثة (ليصير ذا طول مناسب) وتكتب عليه الأطوال الطبيعية كما بالرسم مع تقسيم القسم الأيسر الى عشرة أقسام يمثل كل منها $\frac{١}{٥}$ قصبة كالمطلوب



(شكل ٦٩)

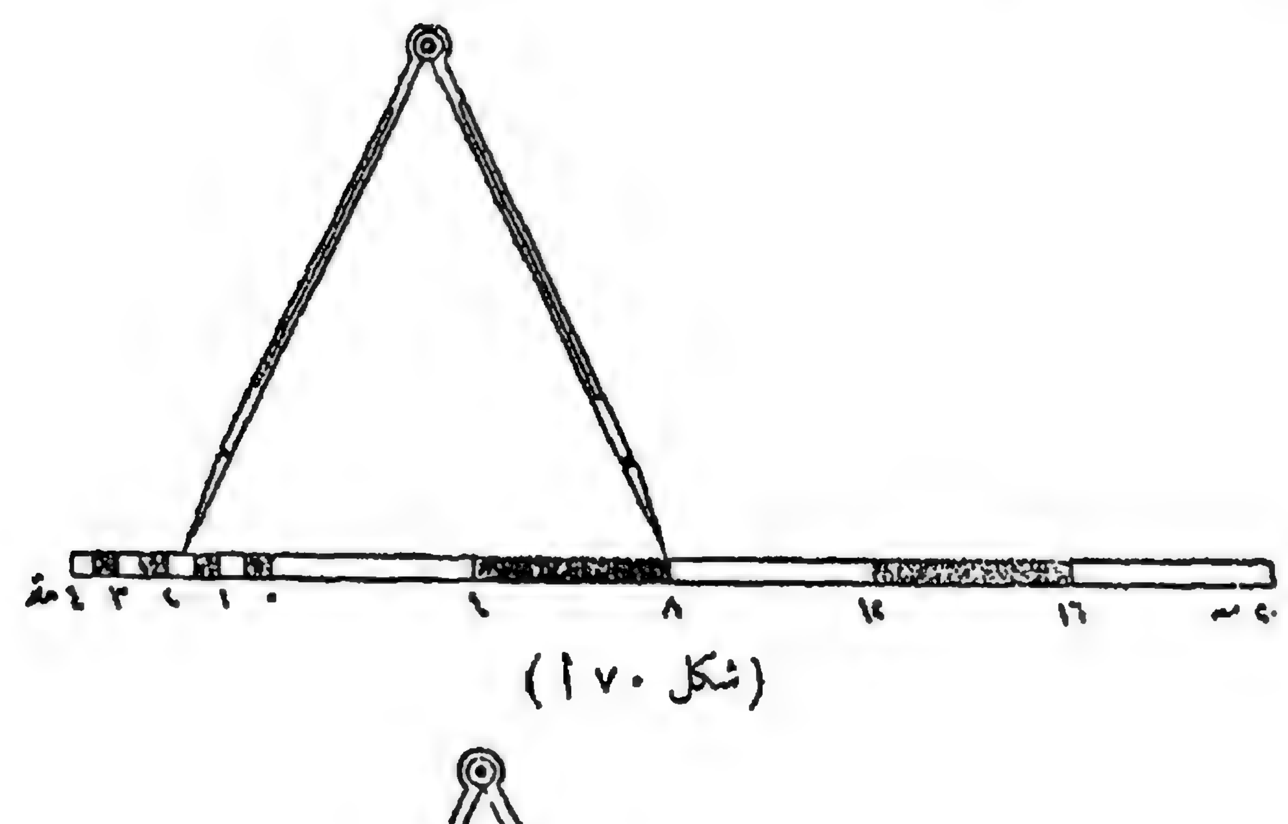
أما النوع الثانى من المقاييس التخطيطية وهو الشبكى أو العشرى أو القطرى فلا نشرح كيفية إنشائه وان كان يمتاز بامكان بيان الأقسام الصغيرة عليه والتى يصعب بيانها على المقياس البسيط .

كيفية استخدام المقاييس التخطيطية البسيطة لتعيين الأطوال الطبيعية المقابلة للأبعاد على الرسم :

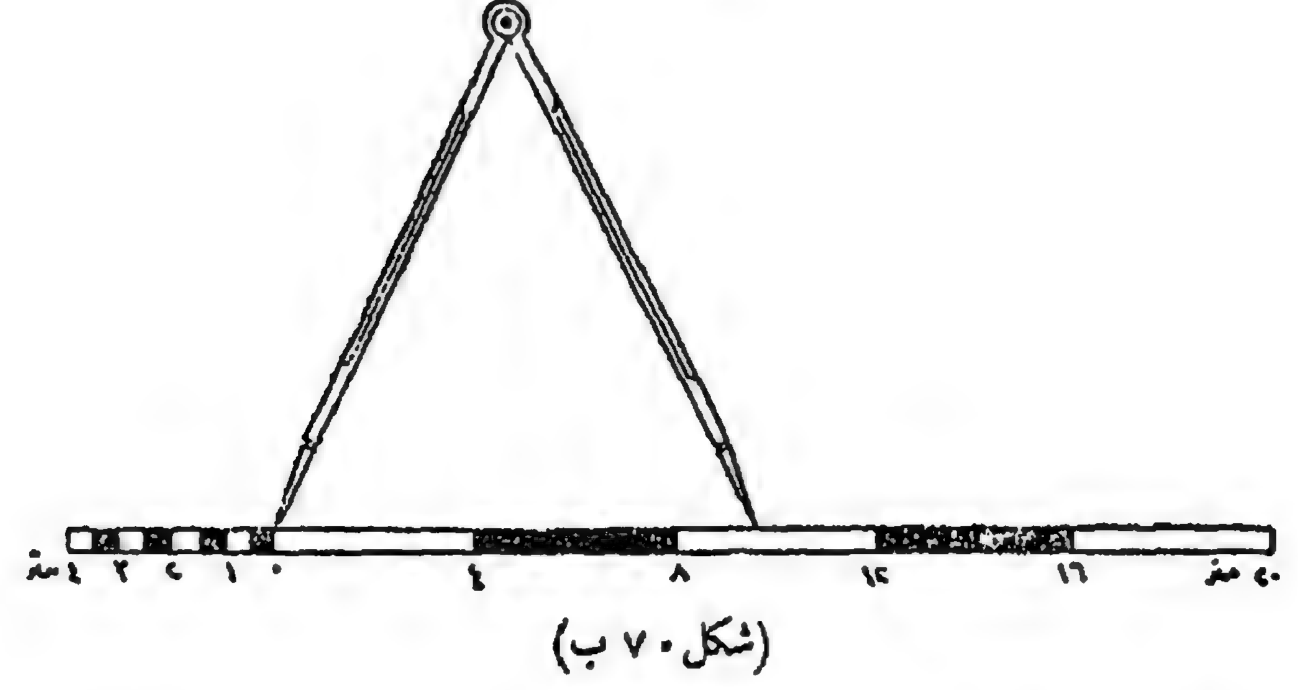
إذا قيست مسافة ما بالفرجار على خريطة مرسوم عليها مقياس رسم تخطيطى بسيط وأريد معرفة الطول الطبيعى المقابل لهذه المسافة يجرى الآتى :

لنفرض أن المقياس $\frac{1}{200}$ ويقرأ ٥٠ سم

(١) نضع أحد سنى الفرجار على صفر المقياس بينما يقع السن الآخر على المقياس وليكن بين الرقمين ٨ و ١٢ مثلا كما بالشكل .



(شكل ٧٠ ا)



(شكل ٧٠ ب)

(٢) نحرك الفرجار نحو اليسار (وبدون تغيير فتحته) حتى يقع سنه الأيمن على الرقم ٨ متر تماما فنجد أن السن الآخر (وهو الذى يتحرك على القسم الأيسر للمقياس والمقسم الى أقسام صغيرة) تقع بين القسم الدال على ١,٥ متر والقسم الدال على ٢ متر كما بالشكل .

فيكون طول هذا الخط فى الطبيعة = ٨ + ١,٥ = ٩,٥ متر

ويجب ملاحظة أن هذا الطول مبيّن لأقرب نصف متر وهى درجة دقة هذا المقياس ولهذا أهملنا فرق الطول المحصور بين الرقم الدال على ١,٥ متر وسن الفرجار المجاور له .

الفصل الثانى

نسخ الخرائط وتكبيرها وتصغيرها وترتيبها

نسخ الخرائط أى رسمها طبقا للأصل يتم بإحدى الطرق الآتية :

١ — الشف — بتثبيت ورق الشفاف فوق الخريطة ونسخها عليه مباشرة .

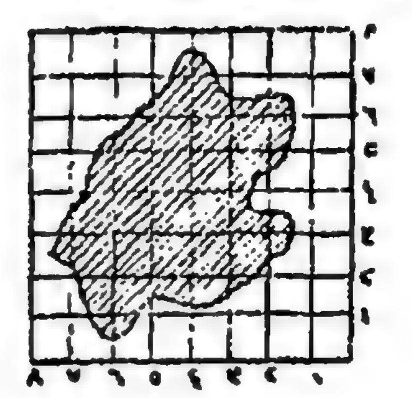
٢ — المثلثات — فى حالة ما تكون الخريطة مكونة من خطوط مستقيمة فتقسم الى مثلثات تنقل بواسطة الفرجار .

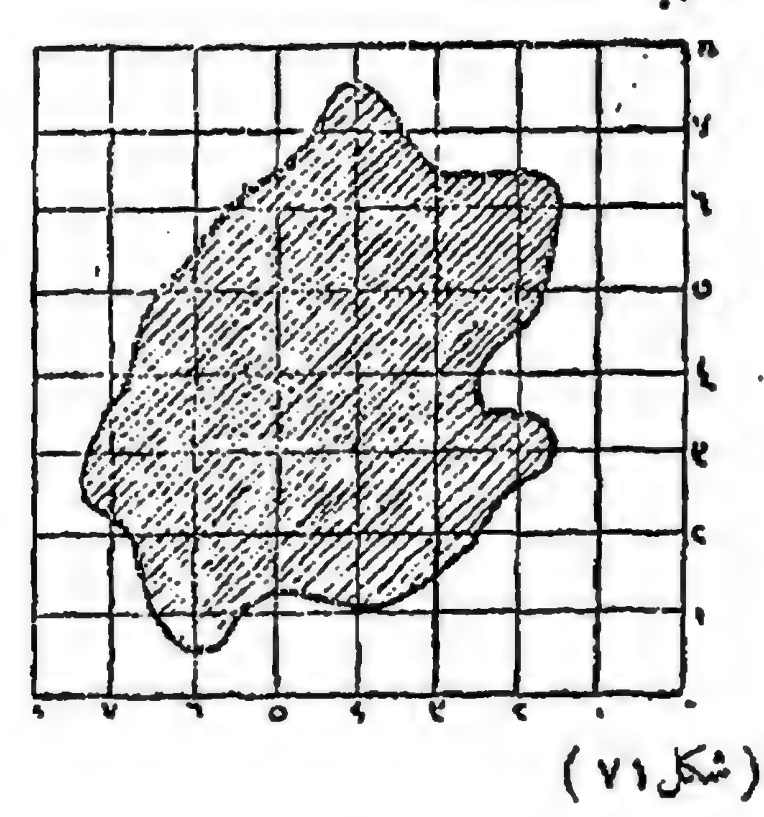
٣ — المربعات — باستعمال ورقة شفاف مقسمة إلى مربعات يتناسب طول أضلاعها مع أهمية العمل وكثرة التعاريج إذ تثبت جيدا فوق الخريطة وتنقل بالفرجار العادى أو المسنن نقط تقاطع الحدود مع أضلاع مربعات الشفاف إلى المواقع المماثلة لها على مربعات مماثلة تماما لها وتساويها فى العدد ترسم على الخريطة الجديدة . أما النقط الواقعة داخل أى من المربعات فتحدد بأخذ بعدين لها عن ركنين من أركانه

٤ — التصوير بالفوتوغرافيا .

تكبير الخرائط وتصغيرها

١ — بالتصوير — مع تغيير بعد الخريطة عن عدسة الفوتوغرافيا فكلما بعدت صغرت الصورة وبالعكس حسب النسبة المطلوبة .



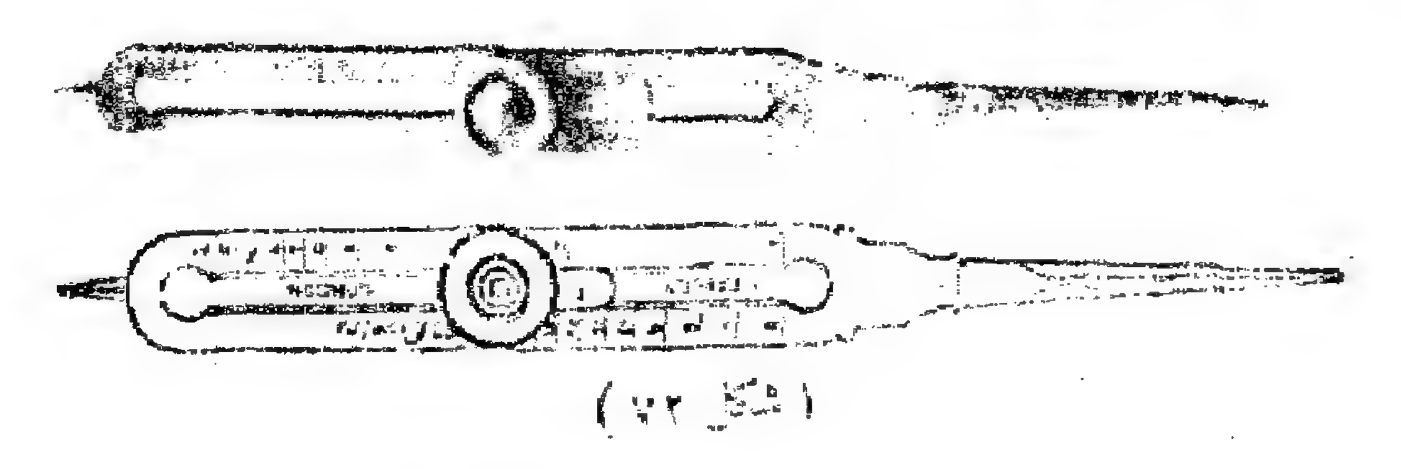


(شكل ٧١)

٢ — بالمربعات — بأن يرسم على الخريطة الأصلية عدد من المربعات المتساوية ويرسم نفس العدد على الورقة المطلوب نقل الخريطة إليها مصغرا طول ضلعها أو مكبرا بنفس النسبة

المطلوبة بين المقياسين فمثلا تكون هذه النسبة ١ : ٢ إذا كانت الخريطة الأصلية $\frac{١}{٢٥٠٠}$ ويطلب تصغيرها إلى $\frac{١}{٥٠٠٠}$ ويحسن وضع أرقام على المربعات لسهولة تمييزها وتنقل كل قطعة إلى المربع المناظر للربع الواقعة فيه بحيث تكون أبعاده عن أركان المربع الصغير تساوى أبعاد أركانها عن أركان المربع الكبير .

ولضبط نسبة التصغير أو التكبير يحسن استعمال برجل التناسب لنقل الأبعاد مصغرة أو مكبرة بأية نسبة و يتركب من ذراعين متصلين بمسمار و يمكن تغيير نقطة الاتصال بواسطة دليل ينزلق فى فتحة مستطيلة فى كل ذراع إذ يحرك هذا الدليل والبرجل مقفل حتى تنطبق العلامة الموضوعة



(شكل ٧٢)

على الدليل على النسبة المراد التكبير أو التصغير إليها والمكتوبة على أحد الذراعين (يلاحظ أن على الذراع نسب الأطوال والمساحات والأحجام) ونسبة التكبير أو التصغير كنسبة ١ : الرقم المقروء أمام مؤشر الدليل فان كان المؤشر أمام ٣ مثلا كانت المسافة بين سنين إلى المسافة بين الآخرين كنسبة ١ : ٣ .

٣ — بواسطة جهاز اسمه البنتوجراف — نكتفى بالأشارة إليه .

ترتيب الخرائط

ترتب الخرائط بالنسبة لبعضها على حسب الاتجاه أو على حسب الكيلومتر وطريقة الاتجاه فى طريق الأستغناء عنها اكتفاء بالثانية .

١ — طريقة الاتجاه :

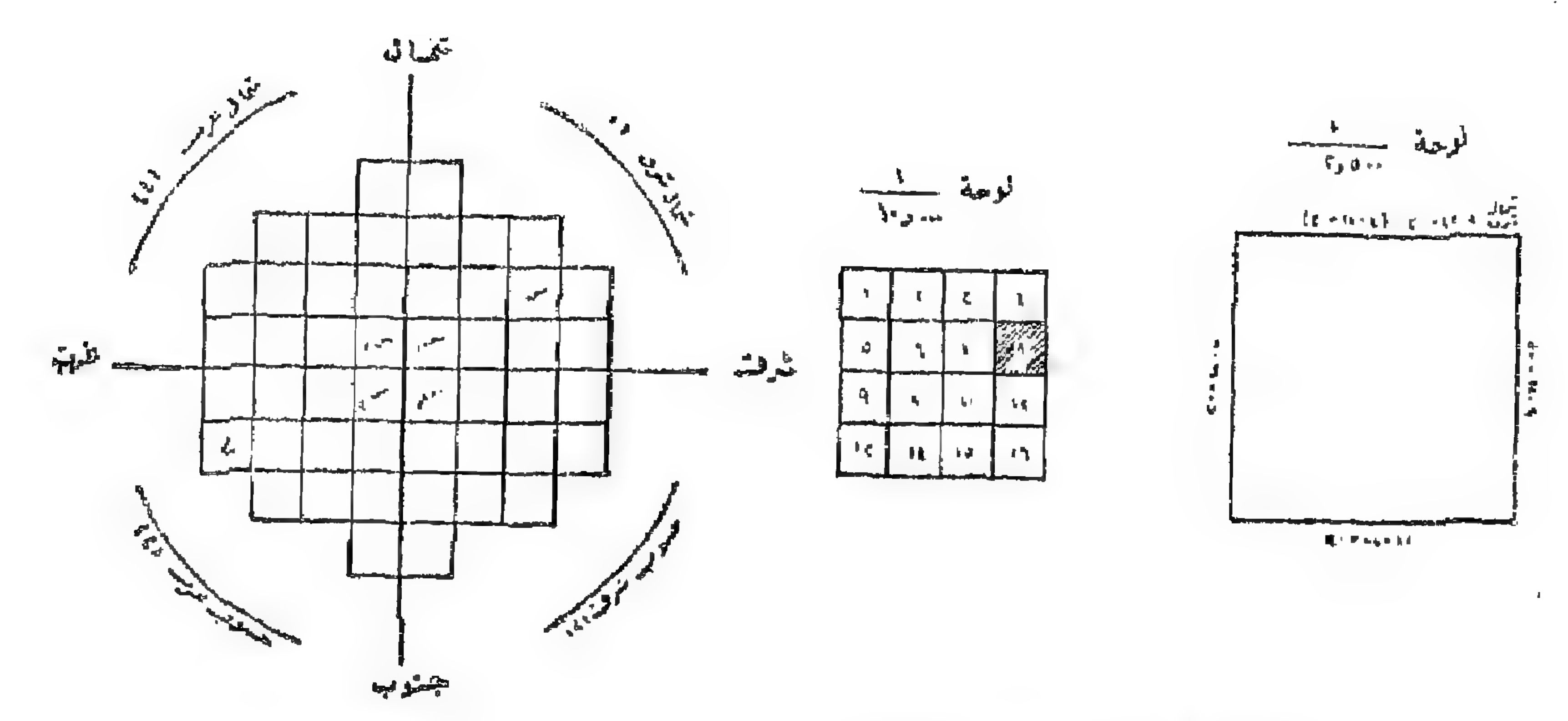
كانت متبعة فى مقاييس $\frac{١}{٥٠,٠٠٠}$ ، $\frac{١}{٢٥,٠٠٠}$ ، $\frac{١}{١٠,٠٠٠}$ ، $\frac{١}{٢,٥٠٠}$ ولقد ألغيت خرائط المقياسين الأولين والأخيران على وشك الالغاء .

وأساس الترتيب اختيار أحداثيين ؛ رأسى يمر بالشمال والجنوب ، وأفقى يمر بالشرق والغرب يتقاطعان عند نقطة تقابل خط طول ٣١ وخط عرض ٣٠ وهذه النقطة تبعد حوالى ١٢ كيلو غرب الهرم الأكبر .

وترتب اللوحات التى بمقياس $\frac{1}{10000}$ بالنسبة لهذين الاحداثيين فاللوحة س١ تسمى (شمال شرق ١ — ١) ، س٢ تسمى (جنوب شرق ١ — ١) ، س٣ شمال غرب ١ — ١ ، س٤ جنوب غرب ١ — ١

واللوحة ص تسمى (شمال شرق ٣ — ٢)

واللوحة ع تسمى (جنوب غرب ٤ — ٢)



طريقة الأتجاه لترتيب الخرائط

(شكل ٧٢)

أى يكتب الربع الذى تقع فيه اللوحة ثم ترتيبها الأفقى ويليه ترتيبها الرأسى ويكتب ترتيب اللوح خارج إطارها فى الركن الأيمن العلوى

كل لوحة من لوحات $\frac{1}{10000}$ تحوى ١٦ لوحة من لوحات $\frac{1}{2500}$ مرتبة كما بالشكل

وتسمى كل منها باسم اللوحة $\frac{1}{10000}$ الحاوية لها مضافا إليها ترتيبها بالنسبة للوحات

فمثلا إذا كانت اللوحة $\frac{1}{10000}$ هى (شمال شرق ١٢ — ٣٠) فتكون اللوحة المهشرة المبينة بالشكل هى (شمال شرق ٨ — ١٢ — ٣٠) ولسهولة معرفة اللوحات المجاورة لها كتب على لوحات $\frac{1}{2500}$ من الجهات الأربع أسماء اللوحات المجاورة .

٢ — طريقة الكيلو متر :

أساسها اختيار إحداثيين أرأسى منهما يمر بالسلوم على الحدود الغربية للقطر المصرى ويتجه شمالا وجنوبا بينما يمر الأفقى بمدينة الدر على اعتبار أنها نهاية الأراضى الزراعية بمصر وما قبلها سوف لا تعمل له خرائط غير أن الحاجة دعت إلى عمل خرائط جنوبى الدر فأعطيت نمر خاصة بها وهذه الطريقة تفضل الأولى بامكان الاستدلال على موقع الخريطة داخل القطر المصرى ولهذا فهى تحل تدريجيا محل الأولى .

ومقاييس الخرائط المرتبة طبقا لهذه الطريقة وإبعاد لوحات هذه المقاييس على الطبيعة كما يلى :

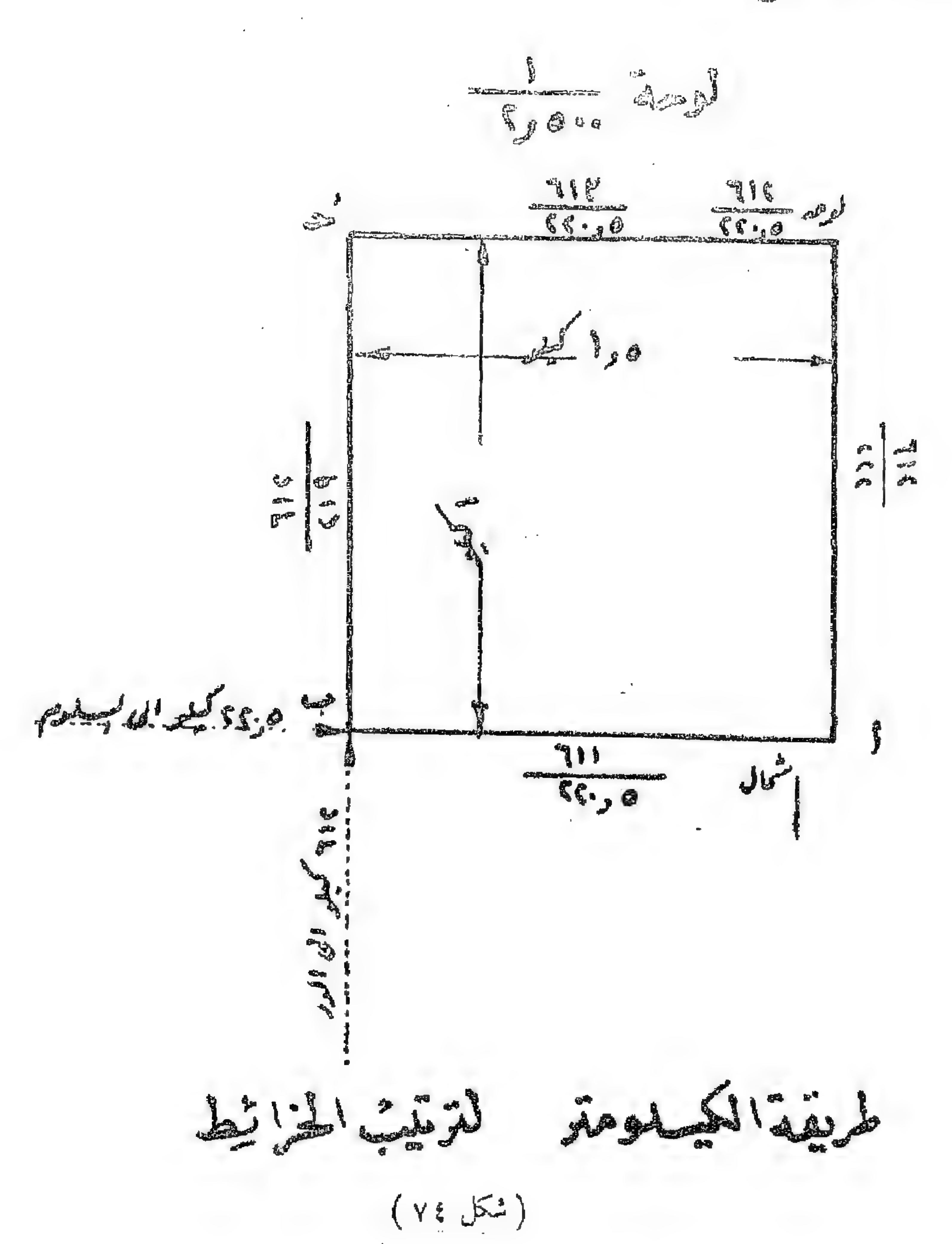
المقياس	الطول	العرض
$\frac{1}{100,000}$	٦٠ كيلو متر	٤٠ كيلو متر
$\frac{1}{25,000}$	١٥ «	١٠ «
$\frac{1}{2,500}$	١,٥ «	١ «

بمعنى أن لوحة $\frac{1}{100,000}$ تحوى ١٦ لوحة $\frac{1}{25,000}$ وهذه تحوى ١٠٠ لوحة $\frac{1}{2,500}$

ونكتفى بشرح اللوحات ذات المقياس الكبير منها وهى $\frac{1}{2500}$ لشيوعها وهى المعروفة " بخرائط فك الزمام " فترقم كل لوحة بنمرة (توضع فى الركن الأيمن من أعلى) على هيئة كسر اعتيادى هو $\frac{\text{بعد الحافة السفلى للوحة عن الاحداثى الأفقى}}{\text{بعد الحافة اليسرى للوحة عن الاحداثى الرأسى}}$

وتكتب على كل جانب نمرة اللوحة المجاورة لسهولة معرفتها وطلبها خصوصا عند تجميع اللوحات فى مختلف المعاملات بين الأفراد .

والمثال الآتى يوضح ذلك :



(شكل ٧٤)

ويدل ذلك على أن هذه اللوحة تبعد رأسيا مسافة ٦١٢ كيلومترا عن الخط الأفقى المار بالتر كما تبعد أفقيا مسافة ٢٢٠٫٥ كيلومترا عن الخط الرأسى المار بالسلوم

كما أن أرقام اللوحات المجاورة لها من جوانبها الأربعة مبيّنة بدورها على هيئة كسر أيضا مكتوب بين قوسين فى منتصف كل جانب .

الباب الرابع

القطع الزراعية

الفصل الأول

حساب مسطحات القطع

تحسب مسطحات القطع إما :

(١) من كروكى دفتر الغيط بعد رفع القطعة

(٢) من الخريطة .

(أولا) حساب مسطحات القطع من كروكى دفتر الغيط :

تحسب على جزأين :

(١) مساحة المضلع المحيط بالقطعة .

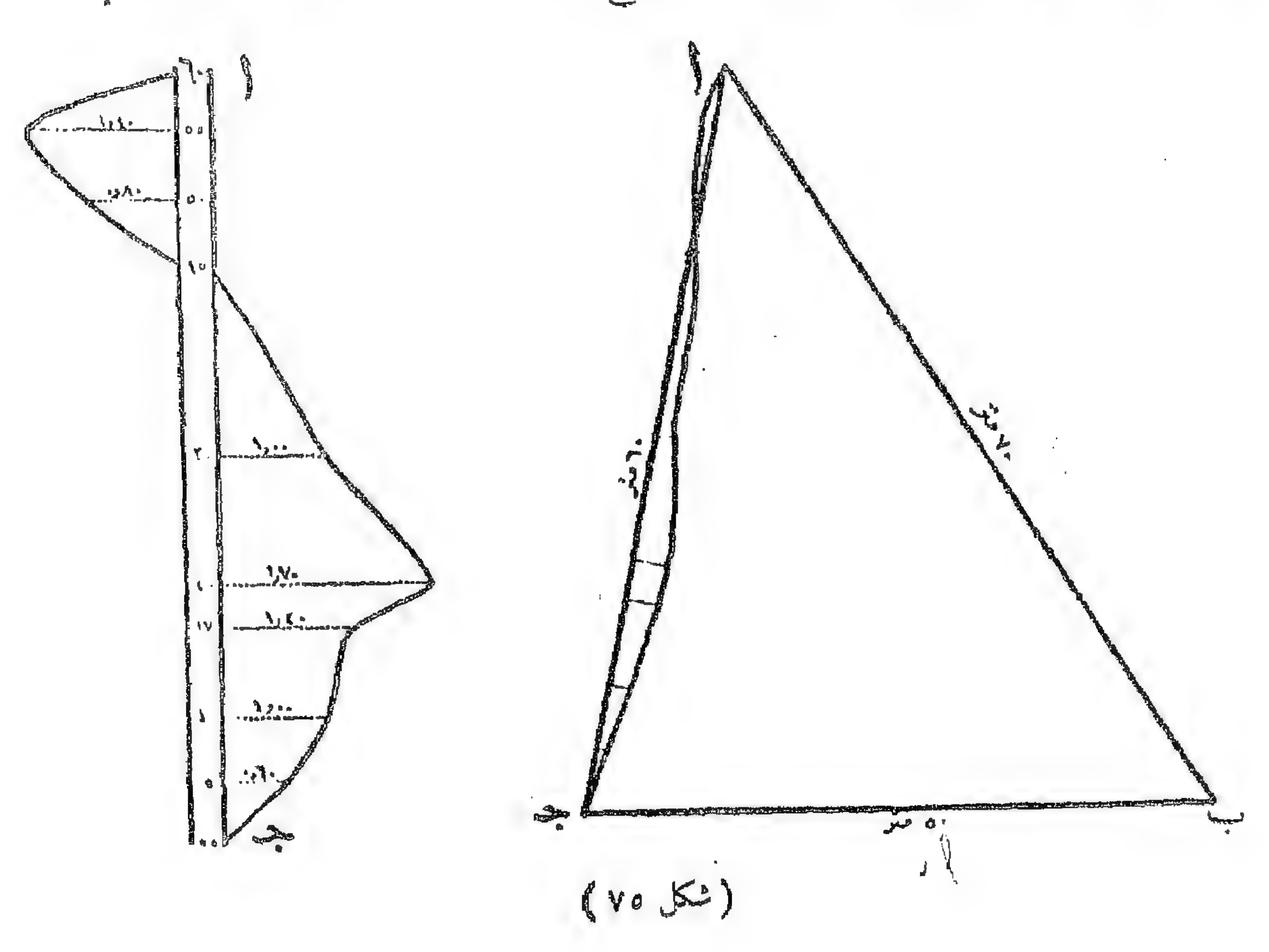
(٢) مساحة الأجزاء المحصورة بين كل من خطوط المضلع وحدود الأرض .

فمساحة المضلع المحيط بالقطعة تحسب بمعلومية أطوال أضلاعه (وهى الاطوال التى قيست بالجنزير) وكذا الأقطار التى تقسمه إلى مثلثات يمكن حساب مساحة كل منها ثم تحسب مساحة الأجزاء المحصورة بين أضلاع هذا المضلع وحدود القطعة من واقع دفتر الغيط عند عمل التحشية لكل ضلع وتضاف إلى مساحة المضلع الأجزاء الخارجة عنه وتطرح منه الداخلة فيه لتنتج مساحة القطعة .

وتحسب مسطحات هذه التحشيات باعتبارها مثلثات أو أشباه منحرفات فيما بين كل أحداثى والآخر أو بتطبيق قانون سمسن إذا كانت المسافة بين الأحداثيات متساوية والحدود فيما بينها منحنية .

مثال ٤

احسب مساحة قطعة الأرض المبينة بالشكل والمحاطة بالمضلع (ا ب جـ) المنطبق ضلعاه (ا ب ، ب جـ) على حد القطعة بينما يقطعه الضلع ا جـ المبينة صحيفة دفتر الغيط الخاصة به .



(شكل ٧٥)

الحـــل :

مساحة المثلث ا ب جـ بمعلومية أطوال أضلاعه الثلاثة

$$= \sqrt{ح (ح - ا) (ح - ب) (ح - جـ)}$$

حيث ح = نصف المحيط = $\frac{٦٠ + ٥٠ + ٧٠}{٢}$ = ٩٠ مترا

، ح - ا = ٩٠ - ٥٠ = ٤٠ مترا ، ح - ب = ٩٠ - ٦٠ = ٣٠ مترا

، ح - جـ = ٩٠ - ٧٠ = ٢٠ م .

∴ مساحة المثلث = $\sqrt{٩٠ \times ٤٠ \times ٣٠ \times ٢٠}$ = ٦٠٠ × $\sqrt{٢ \times ٣}$

= ٦٠٠ × ١,٤١٤ × ١,٧٣٢ = ١٤٦٩,٤٣ م٢

المساحة على يمين الخط جـ ا $= ٧\left(\frac{١,٢٠ + ١,٠٠}{٢}\right) + ٥\left(\frac{١,٠٠ + ٠,٦٠}{٢}\right) + \frac{٠,٦٠ \times ٥}{٢}$

$\frac{١٥ \times ١,٠٠}{٢} + ١٠\left(\frac{١,٠٠ + ١,٧٠}{٢}\right) + ٣\left(\frac{١,٧٠ + ١,٢٠}{٢}\right) +$

$٧,٥ + ١٣,٥٠ + ٤,٣٥ + ٧,٧ + ٤,٠٠ + ١,٥ =$

٢ م $٣٨,٥٥ =$

المساحة على يسار الخط جـ ا : لحساب هذه المساحة يمكن تطبيق قانون سمسن الخاص بالثلاثة أجزاء لأن حدود القطعة منحنية والمسافة بين كل أحداثى والآخر ثابتة وتساوى ٥ م .

∴ مساحتها $= \frac{٣ ل}{٨}$ (ا + ٣ ب + ٣ جـ + د) وهو القانون فى حالة

ثلاثة أقسام .

$=\frac{٣ \times ٥}{٨}$ (صفر + ٣ × ٠,٨ + ٣ × ١,٤ + صفر)

$=\frac{١٥}{٨}$ (٤,٢ + ٢,٤)

$=\frac{١٥}{٨} \times ٦,٦$

$=$ ١٢,٣٧٥ م٢

ولحساب المساحة النهائية للقطعة تعتبر المساحة ٣٨,٥٥ م٢ التى على يمين الخط (جـ ا) بالناقص أى تطرح من مساحة المضلع (المثلث ا ب جـ) لأنها داخلة فيه بينما تحسب المساحة ١٢,٧٣٥ م٢ والتى على يسار الخط بالزائد أى تضاف لأنها خارجة عن المثلث .

فالفرق بين المساحتين = — ٣٨,٥٥ + ١٢,٣٧٥ = — ٢٦,١٧٥ م٢ .

∴ مساحة قطعة الأرض = ١٤٦٩,٤ — ٢٦,١٧٥

= ١٤٤٣,٢٢٥ م٢ .

وهكذا فيما لو كانت جميع الأضلاع غير مستقيمة .

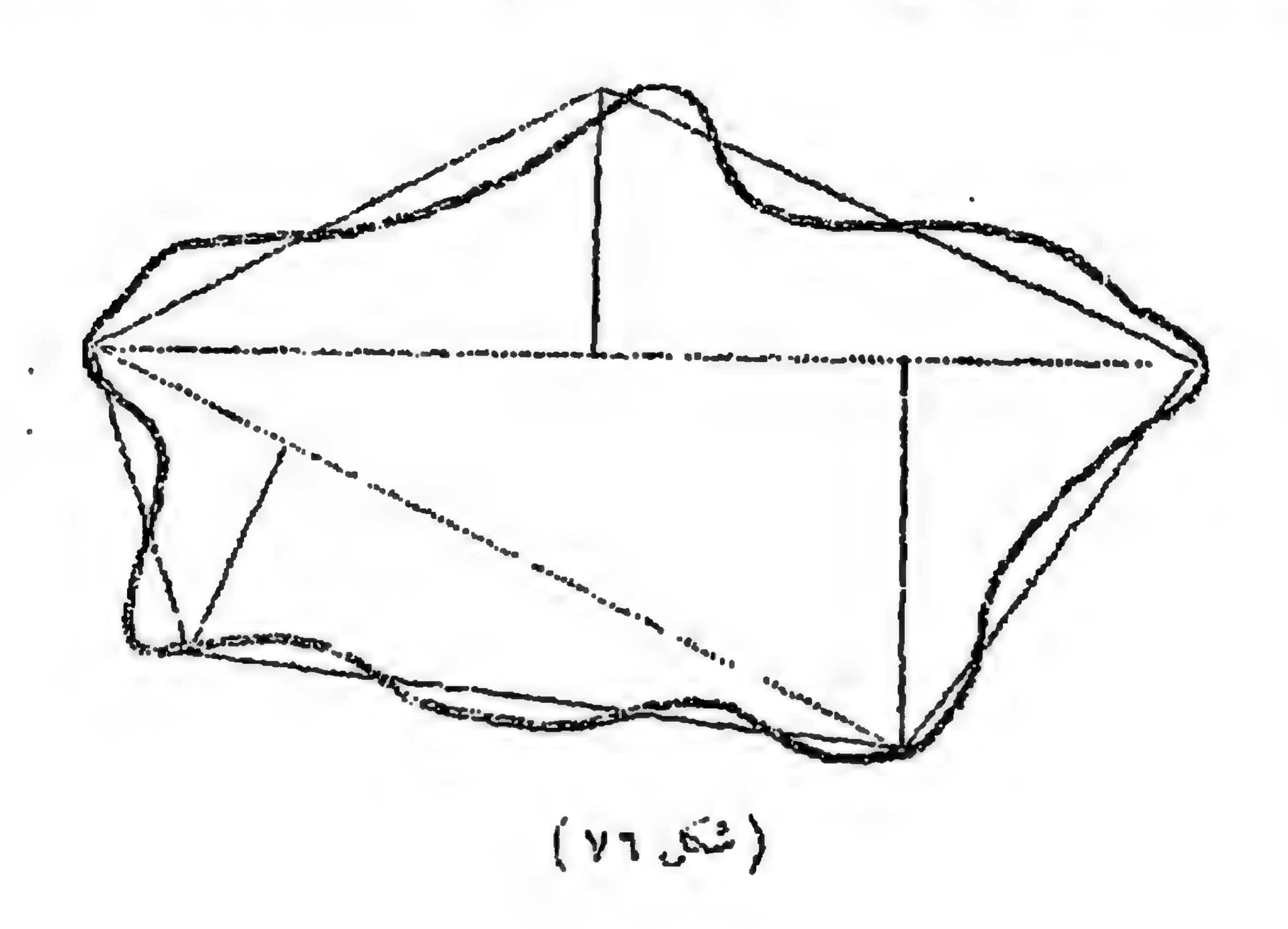
(ثانيـا) حساب المسطحات من الخرائط :

يرسم الشكل من مذكرات الغيط بمقياس مناسب ثم تتبع إحدى الطرق الآتية لاستخراج مساحته .

١ — بتقسيمه إلى عدة أشكال هندسية

٢ — بالطرق الميكانيكية باستعمال أجهزة خاصة تعطى المساحة مباشرة كالبلانيمتر ومسطرة الفدين وغيرها وهذه لا نتكلم عنها هنا وسنكتفى بالطريقة الأولى وفيها يتم تقسيم الشكل إلى عدة أشكال هندسية بإحدى الطرق الآتية :

(أ) تعويض الحدود المتعرجة بخطوط مستقيمة يراعى عند اختيارها أن تتساوى المساحات على كل من جانبيها ويستعان فى ذلك بمسطرة شفافة (باغة) والمتسع

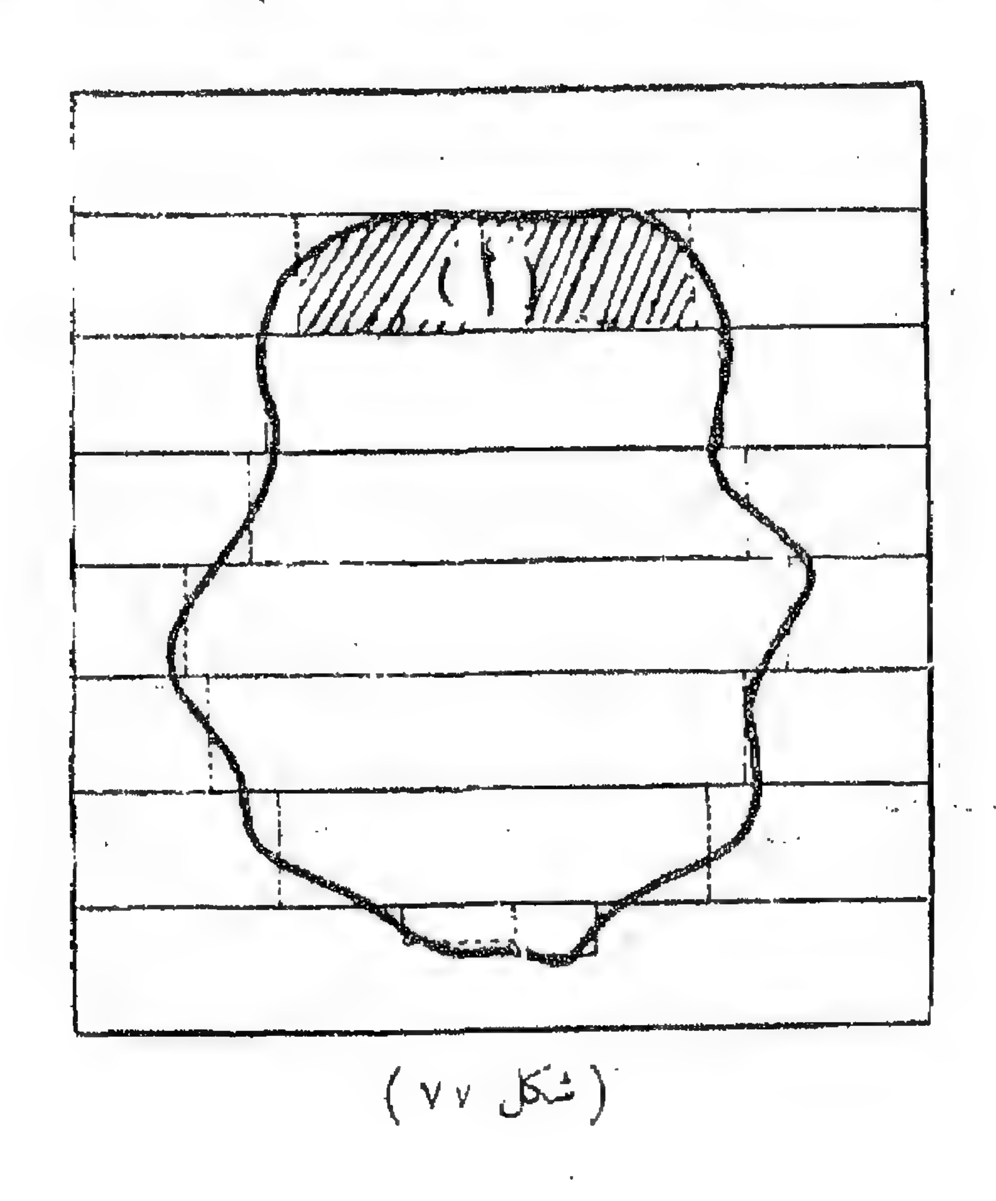


(شكل ٧٦)

الناتج من هذه الخطوط يقسم إلى مثلثات إما على الرسم نفسه وإما على ورقة شفافة تثبت فوقه وبقياس قواعد هذه المثلثات وارتفاعاتها يمكن حساب مساحاتها . (مع مراعاة مقياس الرسم) وبالتالى حساب المساحة الكلية للشكل .

(ب) يوضع على الرسم ورقة شفافة مقسمة إلى مربعات (ويستحسن أن تكون مساحة كل من هذه المربعات كسرا صحيحا من الفدان بمقياس رسم الخريطة المرسومة) ثم تُعدّ المربعات الكاملة وتقدر مساحات المربعات الناقصة بالنظر أو تقاس أبعادها إذا أريد الدقة فالمجموع هو مساحة الشكل .

(ح) تقسم ورقة شفافة تزيد قليلا عن مسطح الرسم إلى أجزاء متساوية بخطوط متوازية ومتساوية البعد بعضها عن بعض وتوضع هذه الورقة الشفافة على الرسم وتحرك حتى ينحصر الرسم بين خطين كاملين من خطوط التقسيم إن أمكن ثم يعوض عن كل جزء من الشكل محصور بين خطين من خطوط التقسيم مثل (١) بمستطيل يكافئه وذلك بتعويض الحدين المتعرجين بمستقيمين كما فى الطريقة نمرة (أ) وتقاس أطوال قواعد هذه المستطيلات لتجمع ويضرب الناتج فى الارتفاع المشترك لجميع هذه المستطيلات وهو البعد الثابت بين خطوط التقسيم المتوازية لتنتج المساحة الكلية للقطعة



(شكل ٧٧)

(د) يرسم خط أساسى بطول الشكل وفى محوره تقريبا وتقام عليه أعمدة على مسافات متساويه وتقاس أطوالها ومن أطوال هذه الأعمدة ومن المسافة المشتركة بينها تحسب المساحة بإحدى الطريقتين السابق شرحهما عند الكلام على المساحات وهما

١ — قانون أشباه المنحرفات . ٢ — قانون سمسن .

وتعرف هذه الطريقة بطريقة الأحداثيات وهى تناسب القطع الطويلة الضيقة خصوصا الطرق والسكك الحديدية وما شابهها .

(هـ) تخاط القطعة على الخريطة بمضلع مناسب تتمشى أضلاعه مع المحيط الخارجى للشكل بقدر الإمكان وتحسب مساحته وكذا المساحات خارج وداخل كل من أضلاعه وتضاف المساحات خارج المضلع وداخله بعلاماتها (+) أو (—) لتنتج مساحة القطعة وذلك كما سبق ذكره عند استخراج المساحات من دفتر الغيط .

الفصل الثانى

تقسيم القطع والمساحات

أى تجزئتها إلى أقسام متساوية أو متناسبة أو فصل (فرز وتجنيب) اجزاء منها ، كتقسيم الأراضى الفضاء المعدة للبناء أو تقسيم الأراضى الزراعية بين مختلف الملاك والوارثين والشركاء كل حسب نصيبه .

ويجب قبل الشروع فى عملية التقسيم تجهيز رسم دقيق للقطعة بجميع أبعادها ومشتملاتها وحدودها إما من واقع خرائط المساحة أو برفعها ورسم مسقط أفقى لها .

وبعد أن يعمل التقسيم على الرسم — كما سيأتى — يكتب على كل قسم نمرته التى تعطى له واسم صاحبه ومسطحه مع بيان أطوال أبعاده على الرسم ثم يعمل محضر بين المتقاسمين يعطى لكل منهم صورة مع خريطة وموقع عليهما من الجميع .

ثم توقع خطوط التقسيم التى اتفق عليها على الطبيعة بوضع علامات للتحديد كالحدايد أو الأوتاد وغيرها .

والأمثلة الواردة فيما بعد توضح فقط كيفية إجراء هذا التقسيم على الرسم هندسيا

على أن هناك أمورا يجب على المهندس مراعاتها وعدم اهمالها فلكل حالة اعتباراتها المحلية الخاصة بها مما يدعوه إلى تكييفها حتى يكون عادلا فى قسمته . وأهم هذه الاعتبارات :

(١) يلزم عند تقسيم الأرض الزراعية تقدير ثمن لكل مساحة على حسب معدنها وغلتها وسهولة ريها وصرفها واعطاء كل من المتقاسمين نصيبه على هذا الأساس .

كما يلاحظ ضرورة انتفاع جميع القطع بعد التقسيم بالمرافق العامة كالمساقى والمصارف والطرق فلا تحرم احداها من الرى والصرف مثلا . فيجب أن تمر المساق على رؤوس جميع القطع لإمكان ريها وان وجد بئر ساقية أو وابور ارتوازى أو ما شابهه فيجب أن تشترك فيه جميع القطع أى تتقابل عنده خطوط التقسيم لإمكان انتفاع جميع المتقاسمين به كما يجب ألا تكون إحدى القطع محبوسة يصعب الوصول اليها من الطريق بل يلزم أن تشترك جميع القطع فى الطريق .

أما المبانى والعزب الموجودة على الأرض المطلوب تقسيمها فهـــذه يجب تقسيمها أيضا للانتفاع بها لكل من المتقاسمين .

(٢) يجب مراعاة صالح المتقاسمين فلا يعطى أحدهم نصيبه على عدة قطع بل يحسن تجنيب كل نصيب فى مساحة واحدة كلما أمكن ذلك كما يراعى ألا تكون الحدود كثيرة التعاريج مع خلوها من الزوايا الحادة أو المنفرجة تسهيلا للانتفاع بها خصوصا فى حالة الأرض الزراعية .

هذا مع مراعاة وجود تناسب بين أبعاد كل قطعة فلا يكون أحد أبعادها طويلا جدا بينما يكون الآخر ضيقا فيصعب استغلالها .

(٣) إذا اختلفت مناسيب الأرض المطلوب تقسيمها لدرجة تدعو إلى تسويتها أو إصلاحها فيراعى أن يأخذ كل من المتقاسمين نصيبه فى كل من الأرض المستوية وغير المستوية .

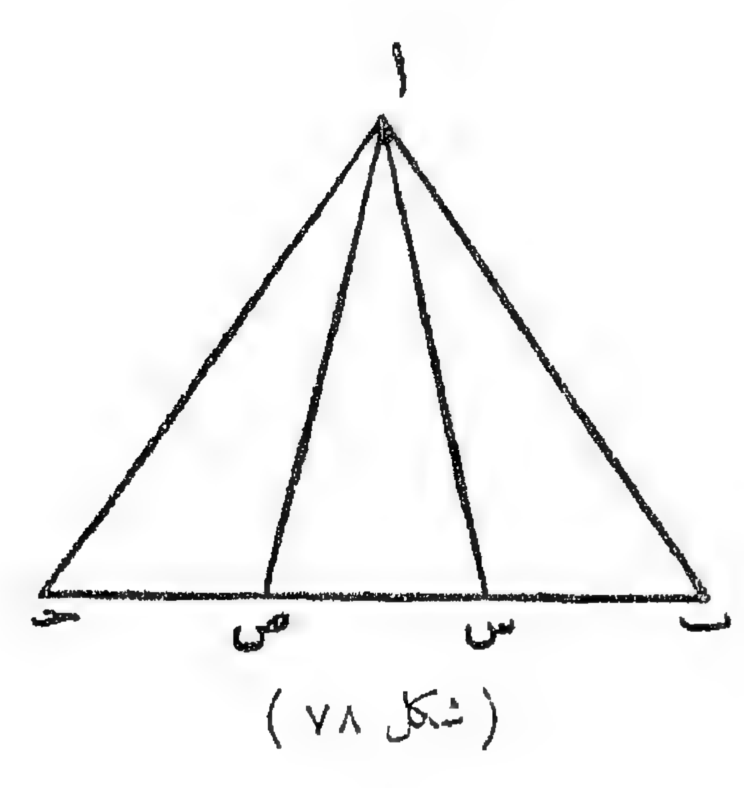
(٤) يراعى عند تقسيم الأراضى المعدة للبناء أن تتمتع كل قطعة بالضوء والهواء الكافيين على أن تقع أحد أبعادها أو أكثر على الوجهات الرئيسية مع مراعاة نصيبها فى بقية الوجهات على اختلاف قيمها بنسبة عروضات الشوارع التى عليها وأن يكون الوصول منها إلى الطريق سهلا ميسورا مع إمكان توصيلها بالمرافق العامة كالنور والمجارى والمياه بأقصر السبل .

وتقسيم السطوح يتم إما تخطيطيا على الرسم وإما بالحساب وتستعمل الطريقة التخطيطية إذا كان الشكل هندسيا منتظما أو أمكن استعمال النظريات الهندسية

والأمثلة الآتية توضح بعض حالات التقسيم ويمكن السير على غرارها مع التصرف فى كل حالة بما يناسبها مراعاة للاعتبارات السابقة .

(أولا) تقسيم المثلث :

١ — تقسيم المثلث بمستقيمات تمر بإحدى رءوسه :



(شكل ٧٨)

تقسم القاعدة المقابلة للرأس (ا مثلا) إلى الأقسام المطلوبة (فى هذا المثال ثلاثة) ثم توصل نقط التقسيم (س ، ص) الى الرأس (ا) فيكون "ا س"، "ا ص" هما خطى التقسيم .

ويكون المثلث ا ب س = المثلث ا س ص = المثلث ا ص جـ = $\frac{1}{3}$ المثلث ا ب جـ

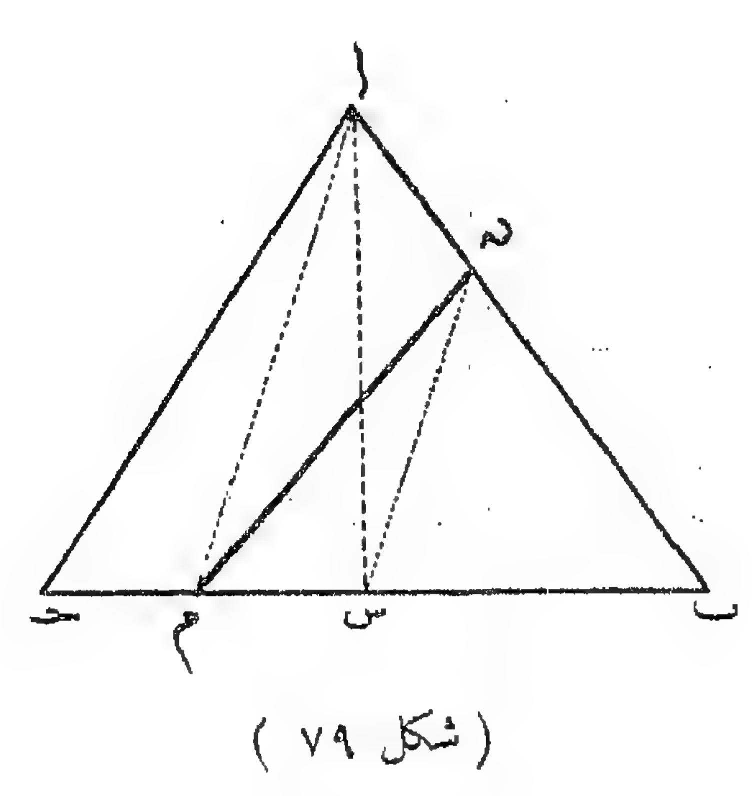
ذلك لأن ارتفاع كل منها = ارتفاع المثلث الأصلى ا ب جـ بينما أن طول قاعدة كل منها = $\frac{1}{3}$ القاعدة ب جـ

وبنفس الطريقة يمكن التقسيم الى أى عدد من الأقسام .

٢ — تقسيم المثلث من أى نقطة واقعة على أحد أضلاعه :

(ا) الى قسمين متكافئين :

نفرض أن النقطة المطلوبة هى "م" فيقسم الضلع "ب جـ" الواقعة عليه الى قسمين متساويين فى نقطة "س" .



(شكل ٧٩)

توصل "م" الى الرأس "ا" ويرسم "س ن" موازيا "ا م" ومقابلا الضلع "ا ب" فى "ن" فيكون "م ن" هو خط التقسيم المطلوب .

البرهان — المثلث ا ب س = المثلث ا س جـ لأن "س" هى منتصف "ب جـ" ،
المثلث ا س ن = المثلث م س ن (مشتركين فى القاعدة "س ن" ومحصورين بين المستقيمين المتوازيين "ا م ، ن س") .

وبطرح المثلث (ن س هـ) من كل منهما ينتج ان المثلث ا ن هـ = المثلث س م هـ ثم بطرح (ا ن هـ) من (ا ب س) واضافة (س م هـ) بدله ينتج أن مساحة ب ن م = ا ب س = $\frac{1}{2}$ ا ب جـ

∴ مساحة الجزء الباقى وهو (ا ن م جـ) = $\frac{1}{2}$ ا ب جـ أيضا

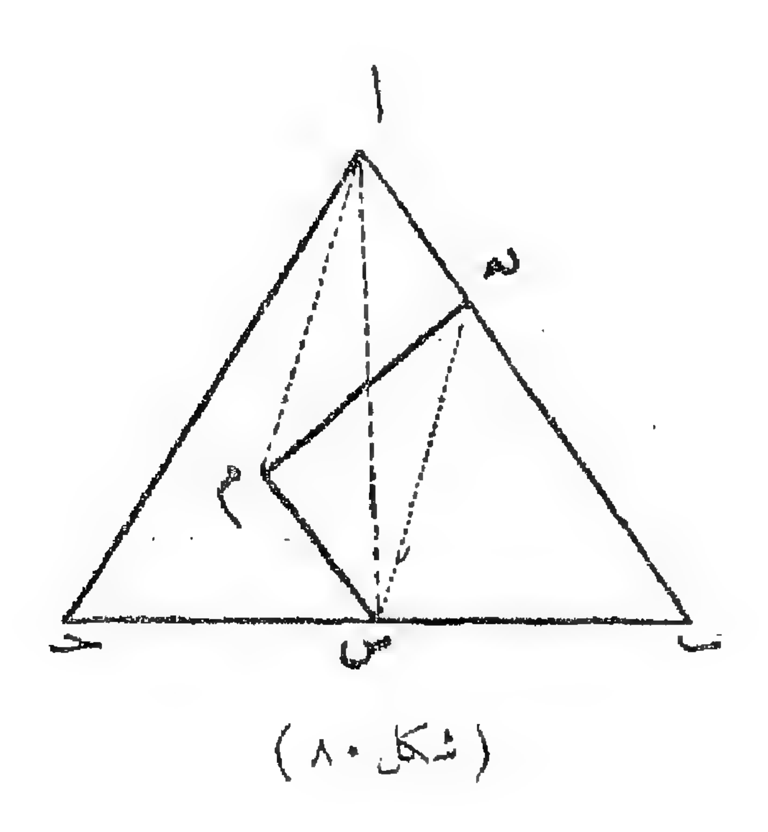
فيكون الخط "م ن" هو خط التقسيم المطلوب

(ب) إلى قسمين متناسبين .

إذا أريد أن لا يكون القسمان متساويين بل بينهما خاصة مثينا ـ نتخب نقطة " س " على الضلع " ب ج " بحيث تقسمه الى قسمين بالنسبة بين طوليهما هى النسبة المطلوبة ثم يسير العمل كما سبق تماما .

٣ — تقسيم المثلث الى قسمين متكافئين من أى نقطة تقع داخله :

اذا كانت " م " هى النقطة المعروفة فيجرى العمل كما سبق إذ تنتخب " س " فى منتصف " ب ج " ويوصل " ا س ، ا م " ويرسم " س ن يوازى ا م "



(شكل ٨٠)

فيكون الخطان " م ن ، م س " هما خطا التقسيم

البرهان — المثلث (١) = المثلث (٢) للسبب المبين فى الحالة السابقة .

فبطرح (١) من المثلث ا ب س واضافة (٢) بدله ينتج أن الشكل

ب ن م س = ا ب س = $\frac{1}{2}$ ا ب ج

٤ — تقسيم المثلث بخطوط توازى قاعدته (ب ج) :

(ا) إلى قسمين متكافئين :

ينشأ على الضلع " ا ج " نصف دائرة مركزها "س" ويقام العمود "س ص" على " ا ج" ثم يوصل " ا ص " ويعتبر كنصف قطر مركزه " ا " يرسم به القوس " ص م " ليقطع " ا ج " فى " م " .

يرسم الخط م ن يوازى ب جـ فيكون هو خط التقسيم .

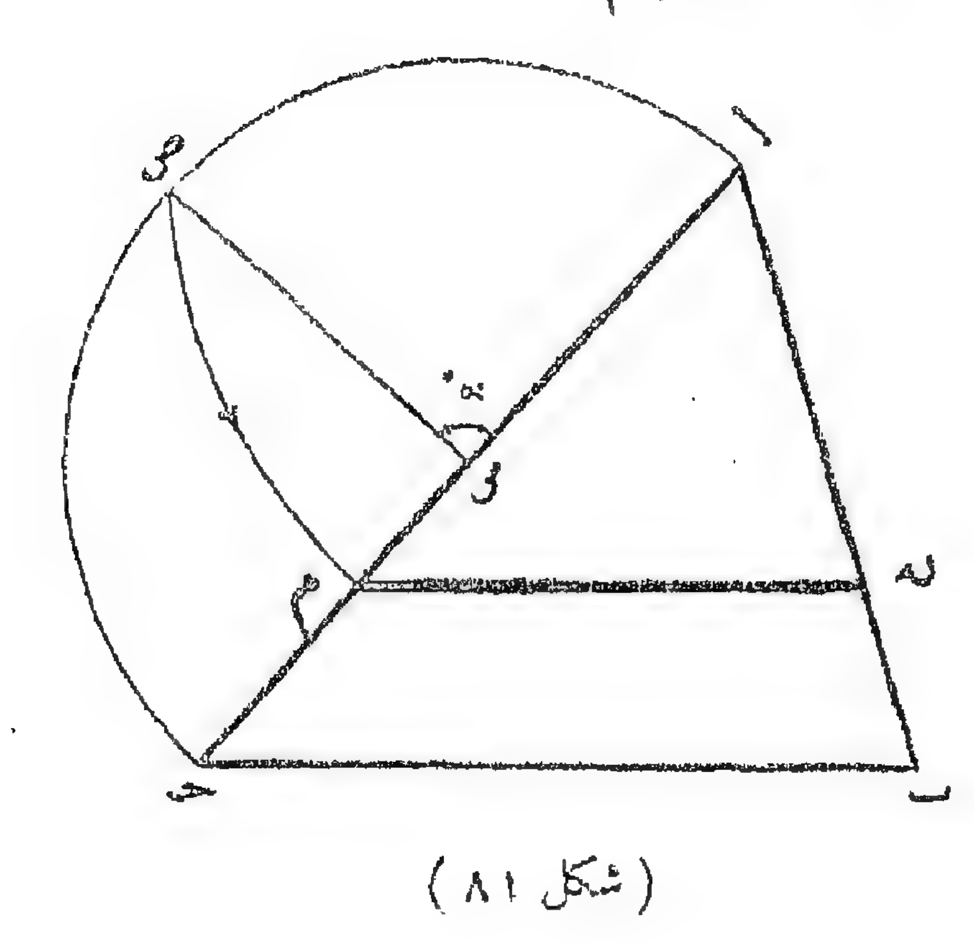
البرهان — المثلث (ا ص جـ) مرسوم فى نصف دائرة فيكون تائم الزاوية فى " ص " .

$$\therefore \overline{اجـ}^2 = \overline{اص}^2 + \overline{صجـ}^2 = ٢\,\overline{اص}^2 \quad (\text{لأن ا ص = ص جـ = نق})$$

$$= ٢\,\overline{ام}^2 \quad (\text{لأن ا ص = ا م})$$

المثلث ا ن م ، المثلث ا ب جـ متشابهان :

$$\therefore \frac{\text{المثلث ا ن م}}{\text{المثلث ا ب جـ}} = \frac{\overline{ام}^2}{\overline{اجـ}^2} = \frac{\overline{ام}^2}{٢\,\overline{ام}^2} = \frac{١}{٢}$$



(شكل ٨١)

(ب) إلى قسمين متناسبين بنسبة $\frac{س}{ص}$:

تنتخب نقطة " م " على الضلع " ا جـ " بحيث ان ا م = ا جـ $\sqrt{\frac{س}{س + ص}}$

ويرسم م ن // ب جـ فيكون هو خط التقسيم .

البرهان :

لنفرض أن الخط "م ن" يقسم المثلث ا ب جـ بالنسبة المطلوبة $\left(\frac{س}{س}\right)$ ونحسب طول " ا م "

المثلث ا م ن ، المثلث ا ب جـ متشابهان :

$$\therefore \frac{\text{المثلث ا م ن}}{\text{المثلث ا ب جـ}} = \frac{\overline{ام}^2}{\overline{اجـ}^2} \quad (١)$$

، $\frac{\text{المث ا ن م}}{\text{المث ا ب جـ}} = \frac{}{\text{س + ص}}$ (٢) بفرض أن (م ن) هو خط التقسيم

من (١)، (٢) يكون $\frac{\overline{\text{ا م}}^{\,٢}}{\overline{\text{ا جـ}}^{\,٢}} = \frac{\text{س}}{\text{س + ص}}$

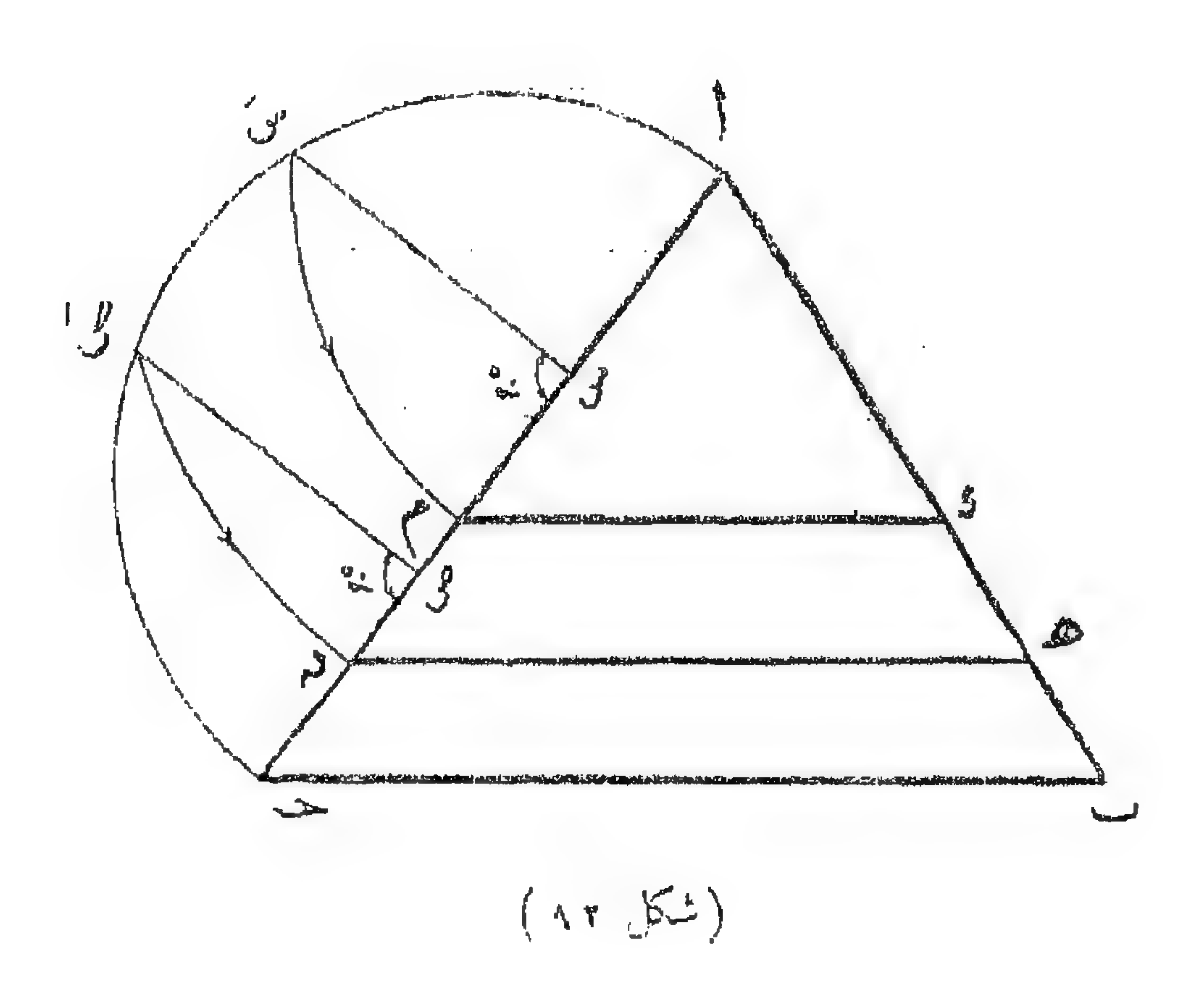
$\therefore \overline{\text{ا م}}^{\,٢} = \overline{\text{ا جـ}}^{\,٢} \left(\frac{\text{س}}{\text{س + ص}}\right)$

$\therefore \text{ا م} = \text{ا جـ} \sqrt{\frac{\text{س}}{\text{س + ص}}}$ وهو نفس الطول الذى أخذ فى العمل .

∴ "م ن" هو خط التقسيم .

(ج) إلى ثلاثة أقسام متكافئة :

يرسم على الضلع "ا جـ" نصف دائرة ثم يقسم إلى ٣ أجزاء متساوية بالنقطتين "س، ص" ليقام منهما عمودان يقابلان محيط الدائرة فى "سَ ، صَ" على الترتيب



(شكل ٨٢)

يركز فى الرأس "ا" وبقوس = ا سَ يقطع "ا جـ" فى (م) ثم بقوس = ا صَ يقطع ا جـ فى ن .

يرسم "م د"، "ن هـ" موازيين "ب جـ" فيكونان هما خطا التقسيم .

(د) الى ٣ أقسام متناسبة بنسبة س : ص : ع :

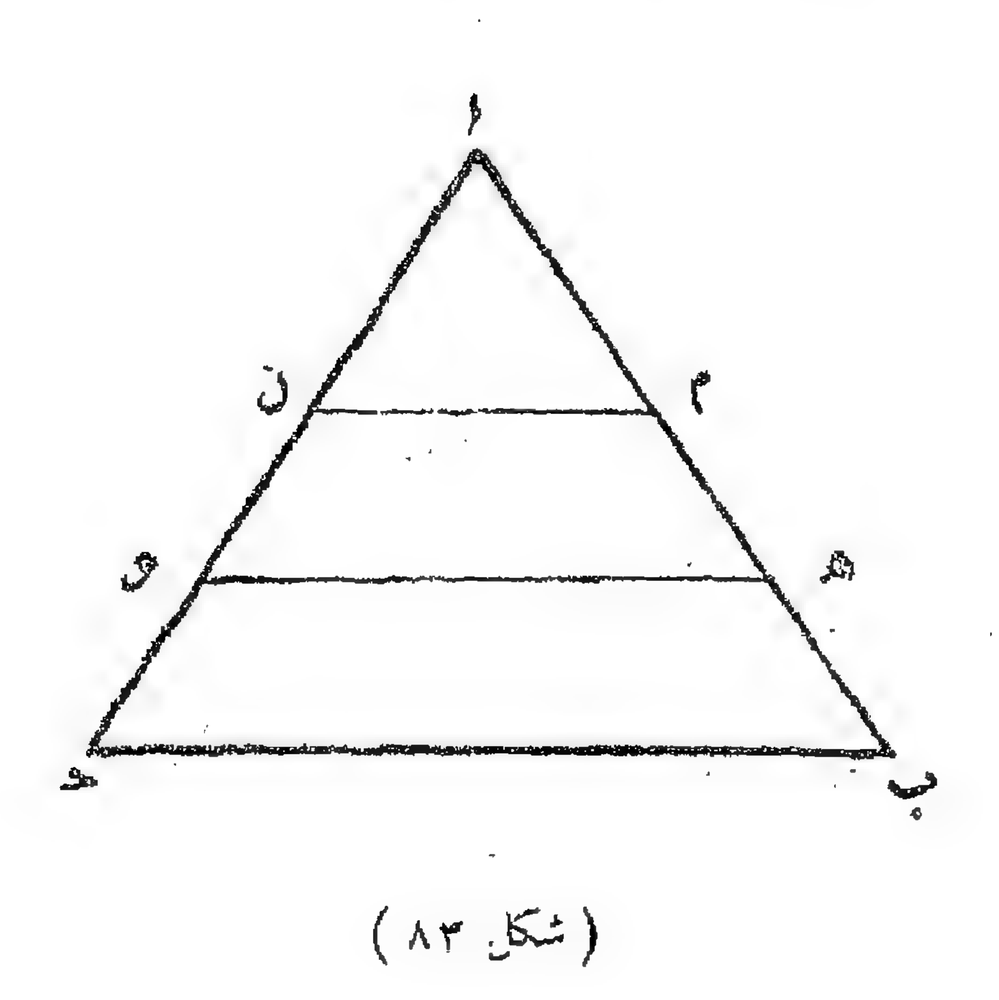
اذا فرض أن "م ن ، هـ و" هما خطا التقسيم فيكون المثلث "ا م ن"، المثلث "ا ب جـ" متشابهين

$$\therefore \frac{\text{المثلث ا م ن}}{\text{المثلث ا ب جـ}} = \frac{\overline{\text{ا ن}}^{2}}{\overline{\text{ا جـ}}^{2}} = \frac{\text{س}}{\text{س} + \text{ص} + \text{ع}}$$

$$\therefore \text{ا ن} = \text{ا جـ} \sqrt{\frac{\text{س}}{\text{س} + \text{ص} + \text{ع}}}$$

أى يؤخذ "ا ن" على "ا جـ" بهذا الطول

و بالمثل المثلث "ا هـ و" يشابه المثلث "ا ب جـ"



(شكل ٨٣)

$$\therefore \frac{\text{المثلث ا هـ و}}{\text{المثلث ا ب جـ}} = \frac{\overline{\text{ا و}}^{2}}{\overline{\text{ا جـ}}^{2}} = \frac{\text{س} + \text{ص}}{\text{س} + \text{ص} + \text{ع}}$$

$$\therefore \text{ا و} = \text{ا جـ} \sqrt{\frac{\text{س} + \text{ص}}{\text{س} + \text{ص} + \text{ع}}}$$

أى يؤخذ "ا و" على "ا جـ" بهذا الطول .

وهكذا مهما زاد عدد الأقسام والنسب فيؤخذ كل بعد على الضلع "ا جـ"

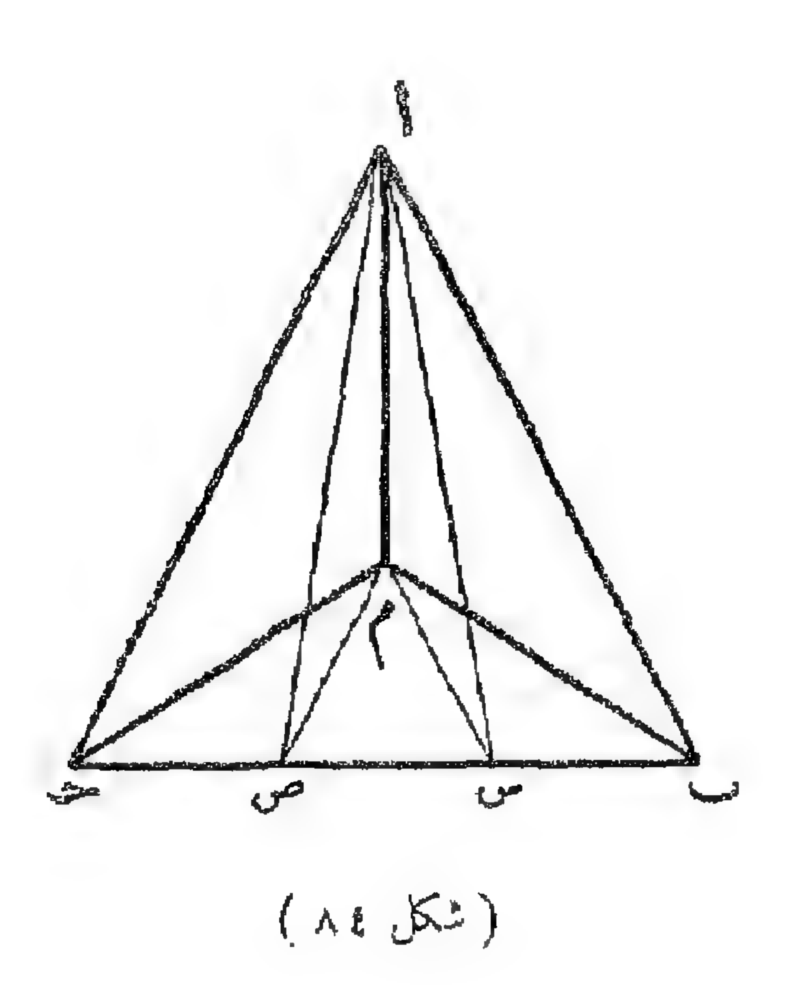
$$= \text{ا جـ} \sqrt{\frac{\text{مساحة الجزء المأخوذ له هذا البعد}}{\text{مجموع النسب}}}$$

- البحث عن نقطة داخل المثلث اذا وُصّل منها الى رءوسه انقسم المثلث الى ثلاثة أقسام متكافئة :

تقسم القاعدة "ب جـ" الى ٣ أقسام متساوية فى النقطتين "س" ، "ص" ومن "س" يرسم مواز للضلع "ا ب" وبالمثل يرسم من "ص" مواز للضلع

"ا جـ" فيتقابل الخطان فى "م" فتكون هى النقطة المطلوبة والمستقيمات

"م ا" ، "م ب" ، "م جـ" تقسم المثلث (ا ب جـ) الى ٣ أقسام متكافئة .



(شكل ٨٤)

البرهان — المثلث (ا ب م) = المثلث (ا ب س) لاتحادهما فى القاعدة "ا ب" ولأنهما محصوران بين مستقيمين متوازيين

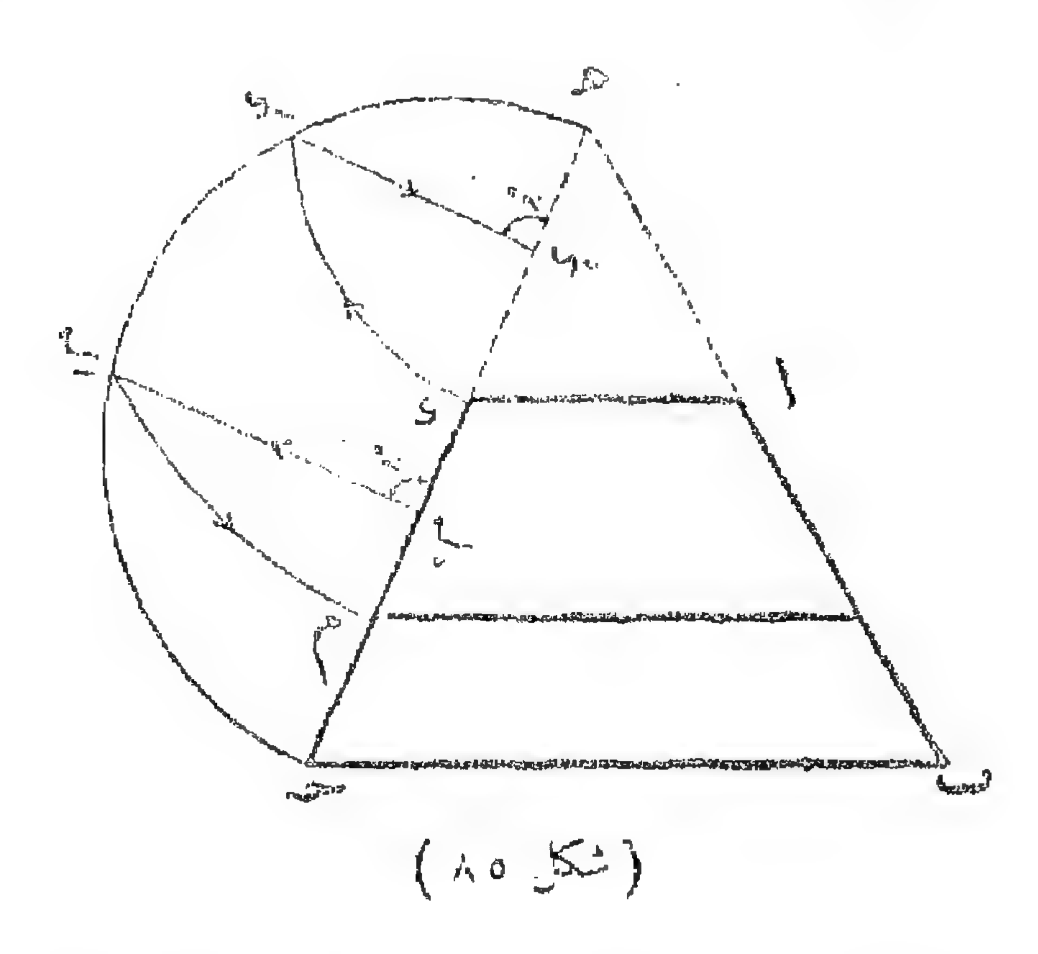
"ا ب ، س م"

$= \frac{\text{ا ب جـ}}{٣}$ وهكذا

ثانيا — تقسيم شبه المنحرف :

١ — الى قسمين متكافئين بخط يوازى القاعدتين المتوازيتين :

يمد الضلعان غير المتوازيين (ب أ ، جـ د) ليتقابلا فى "هـ" حيث ينشأ نصف دائرة على "جـ هـ"



(شكل ٨٥)

يركز فى "هـ" وبنصف قطر يساوى "هـ د" يقطع المحيط فى "د١" — يسقط د١ د٢ عموديا على "جـ هـ" ينصف "جـ د٢" فى نقطة "م٢" حيث يقام منها العمود "م٢ م١" على "جـ هـ" يركز فى "هـ" وبنصف قطر = "هـ م١" يقطع "هـ جـ" فى نقطة "م"
يرسم "م ن" موازيا "ب جـ" فيكون هو خط التقسيم المطلوب .

٢ — الى أربعة أقسام متكافئة بخطوط توازى القاعدتين المتوازيتين :

لذلك تقسم كل واحد من القسمين السابقين إلى قسمين آخرين متكافئين بنفس الطريقة .

٣ — إلى ثلاثة أقسام متكافئة :

يقسم "جـ د" الى ٣ أقسام بدلا من قسمين ويكرر العمل .

ويقسم شبه المنحرف إلى أى عدد من الأقسام المتناسبة أو المتساوية بنفس الطريقة .

التقسيم بالحساب وتقسيم الأشكال الكثيرة الاضلاع

على أن تقسيم أى شكل قد يتم بالعمليات الحسابية متى كان هناك من الأبعاد ما يسمح بذلك وألزم ما تستعمل هذه الطريقة عند تقسيم الأشكال الكثيرة الأضلاع سواء أكانت النقطة التى تمر بها خطوط التقسيم واقعة على أحد الأضلاع أم فى داخل الشكل .

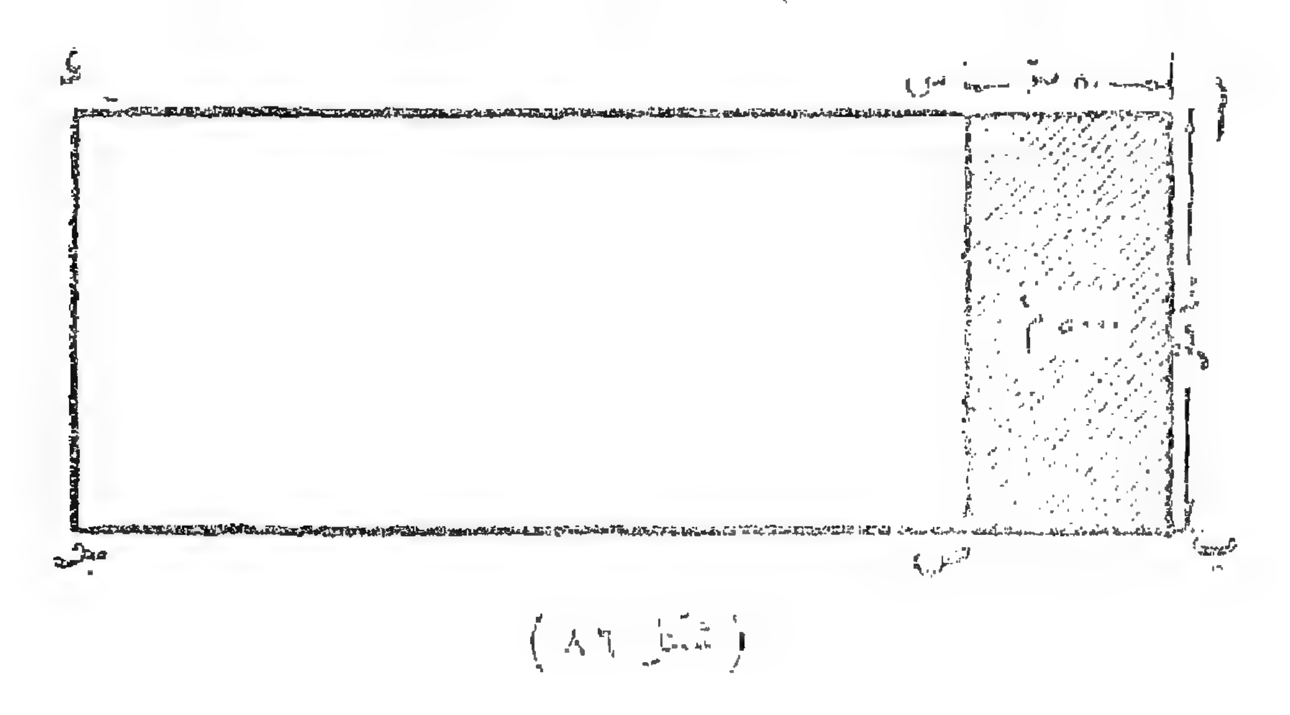
ولابد لذلك من حساب المساحة الكلية للشكل ثم بقسمتها على عدد الأقسام المطلوبة ينتج مساحة القسم الواحد ثم تسقط الأعمدة من نقطة التقسيم على بقية الأضلاع فتكون هي ارتفاعات الأقسام المختلفة وبقياس أطوالها ومن مساحة كل جزء يمكن معرفة طول قاعدة كل قسم على محيط الشكل إذ تكون الأجزاء عادة مثلثات أو مستطيلات أو أشباه منحرفات .

والأمثلة الآتية توضح كيفية إجراء التقسيم حسابيا على الأشكال المختلفة .

مثـال ١ :

المطلوب فرز (تجنيب) مساحة قدرها ٥٠٠٠ متر مربع في كل من الحالات الآتية :

"أولاً" — من الحقل (ا ب جـ د) المستطيل الشكل إذا كان ا ب = ١٠٠ متر



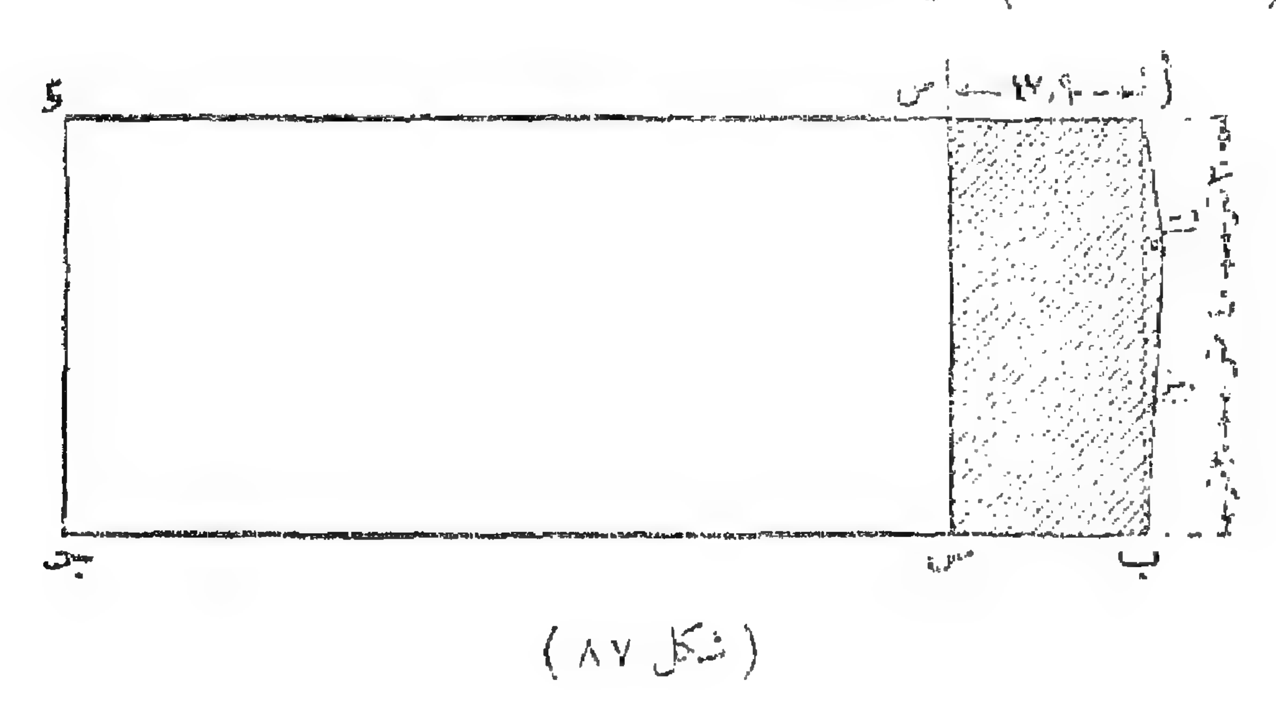
(شكل ٨٦)

الحـــل :

تقسم المساحة المطلوب فرزها على طول "ا ب" ينتج طول "ا س" أو "ب ص"

$\frac{٥٠٠٠}{١٠٠}$ = ٥٠ مترا ويكون الخط "س ص" هو خط التقسيم

والمساحة (ا ب ص س) هي المطلوب فرزها



(شكل ٨٧)

"ثانيا" — من الحقل السابق إذا كان الحد "ا ب" منكسرا كما بالشكل على أن يكون هذا الحد المنكسر هو أحد حدود المساحة المفروزة

الحـــل :

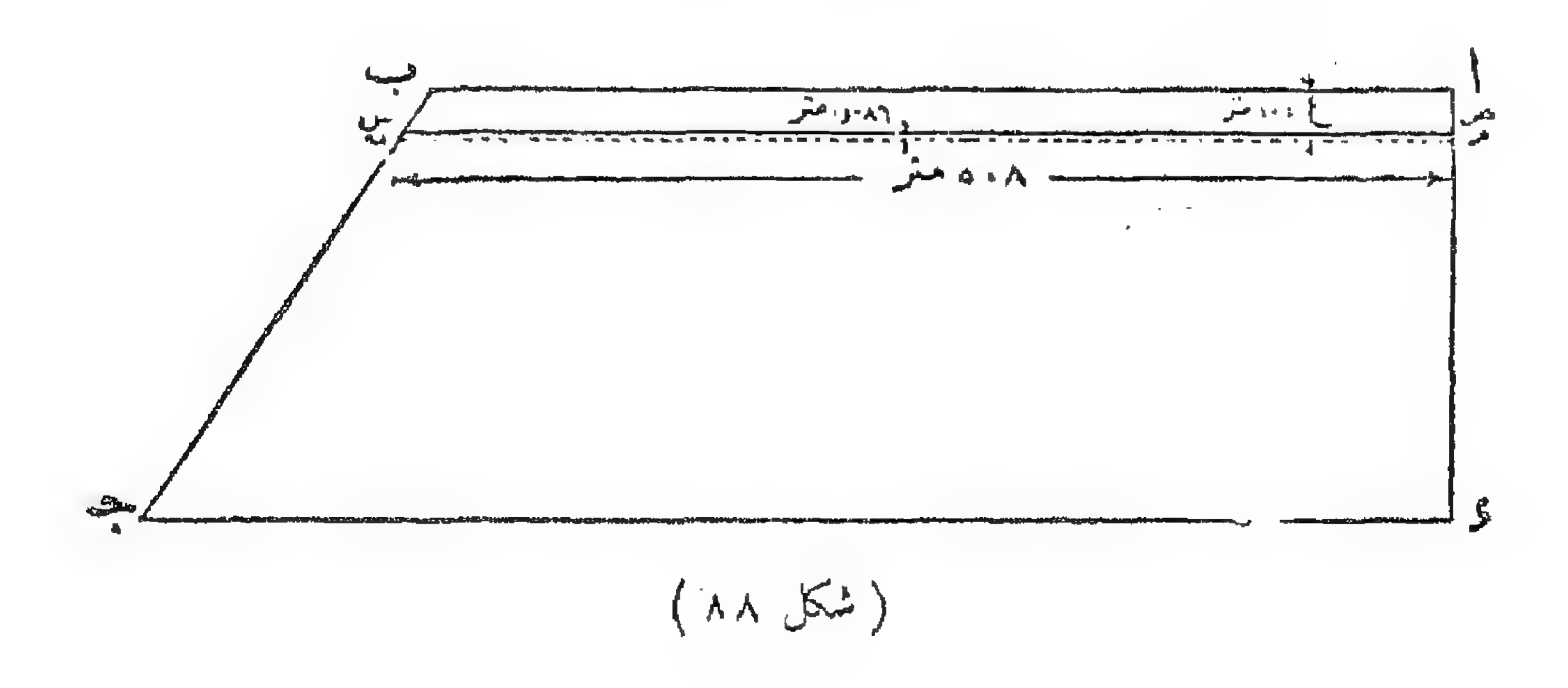
المساحة بين الخط المستقيم "ا ب" والحد المنكسر عليه

$$= \frac{٣٠ \times ٤}{٢} + \left(\frac{٤ + ٢}{٢}\right) ٤٠ + \frac{٣٠ \times ٢}{٢}$$

$$= ٦٠ + ١٢٠ + ٣٠ = ٢١٠$$ مترا مربعا

الباق من المساحة المطلوب فرزها = ٥٠٠٠ — ٢١٠ = ٤٧٩٠ $م^٢$ عبارة عن مستطيل ارتفاعه ا ب = ١٠٠ متر ويكون بعده الآخر = $\frac{٤٧٩٠}{١٠٠}$ = ٤٧,٩٠ مترا وهو طول "ا س ، ب ص" ويكون (س ص) هو خط التقسيم .

"ثالثا" — من الحقل (ا ب جـ د) المبين بالشكل والمحاط بخطوط مستقيمة — على أن تفرز المساحة بخط يوازى أحد الأضلاع وليكن الضلع "ا ب" والذى طوله ٥٠٠ متر



(شكل ٨٨)

الحـــل :

المساحة المطلوب فرزها = ٥٠٠٠ $م^٢$

طول ا ب = ٥٠٠ م

∴ $\frac{٥٠٠٠}{٥٠٠}$ = ١٠ م هى طول $ع_١$ وهو العمود على "ا ب" عند كل من طرفيه لنحصل على الخط "م ن" الموازى "ا ب" ثم يقاس طول "م ن"

مساحة شبه المنحرف "ا ب م ن" = $\left(\frac{ا ب + م ن}{٢}\right) ع_١$

$$= \left(\frac{٥٠٠ + ٥٠٨}{٢}\right) ١٠ = ٥٠٤٠ م^٢$$

بمعنى أن المساحة (ا ب م ن) تزيد عن المساحة المطلوبة بمقدار ٥٠٤٠ — ٥٠٠٠ = ٤٠م²
أى أن "م ن" يجب أن ينقل نحو "ا ب" مسافة $\frac{٤٠}{٥٠٨}$ = ٠٫٠٨ من المتر تقريبا تقاس هذه المسافة بالراجع على ع٢ لينتج الخط "س ص" وهو خط التقسيم المطلوب والمساحة المطلوب فرزها هى (ا ب س ص).

مثال ٢ :

قطعة أرض على هيئة شبه منحرف "ا ب جـ د" فيه "ا د" = ٤٠٠ متر وارتفاعه ٦٠ مترا وميل "ا ب" = ١ : ١ وميل "د جـ" = ٢ : ١ والمطلوب تقسيمها الى ٣ أقسام متساوية بمستقيات تتقابل عند البئر أو الساقية الواقعة فى نقطة "م" والتى تبعد ١٠٠ متر من نقطة "ا"

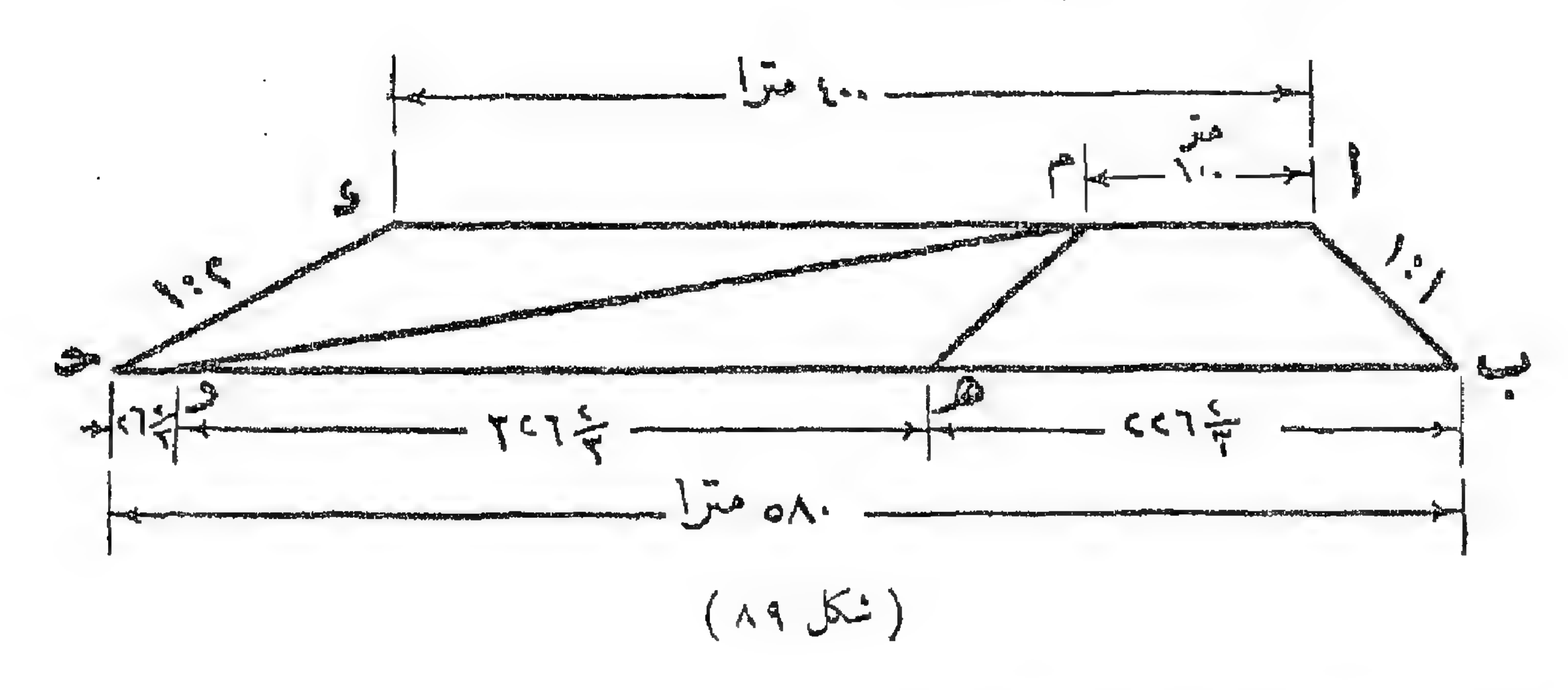
الحـــل :

يحسب طول "ب جـ" كالآتى :

ب جـ = ٦٠ × $\frac{١}{١}$ + ٤٠٠ + ٦٠ × $\frac{٢}{١}$ = ٥٨٠ مترا

∴ مساحة الشكل ا ب جـ د = $\frac{٥٨٠ + ٤٠٠}{٢}$ × ٦٠ = ٢٩٤٠٠ م²

∴ مساحة كل جزء = $\frac{٢٩٤٠٠}{٣}$ = ٩٨٠٠ م²



(شكل ٨٩)

أولا — بالجزء الأول المجاور لخط ا ب

نفترض أنه سيكون شبه منحرف معلوم منه احدى قاعدتيه وهى ا م = ١٠٠ متر وارتفاعه = ٦٠ مترا ومساحته = ٩٨٠٠ م² فبفرض أن قاعدته الأخرى ب هـ = س

$\frac{س + ١٠٠}{٢}$ × ٦٠ = ٩٨٠٠ ∴ س = $\frac{٦٨٠٠}{٣}$ = ٢٢٦ $\frac{٢}{٣}$ مترا وهو طول "ب هـ"

فيكون القسم الأول هو (ا ب هـ م).

ثانيا — الجزء الثانى المجاور للجزء الأول

نفترض أنه مثلث رأسه فى "م" وارتفاعه ٦٠ مترا ومساحته ٩٨٠٠

وتفرض أن قاعدته = س مقاسة على "هـ ج" ابتداء من "هـ"

$$\therefore ٩٨٠٠ = \frac{س \times ٦٠}{٢} \quad \therefore س = \frac{٢}{٣} ٣٢٦ \text{ مترا}$$

يقاس هـ و = $\frac{٢}{٣}$ ٣٢٦ مترا فيكون المثلث (م هـ و) هو القسم الثانى

ثالثا — الجزء الثالث هو بقية قطعة الأرض

وهو عبارة عن شبه منحرف (م و جـ د) الذى فيه ارتفاعه ٦٠ مترا، م د = (٤٠٠ — ١٠٠) = ٣٠٠ مترا، و جـ = ٥٨٠ — ($\frac{٢}{٣}$ ٢٢٦ + $\frac{٢}{٣}$ ٣٢٦) = $\frac{٢}{٣}$ ٢٦ مترا .

وللتأكد من صحة العمل تستخرج مساحة هذا الجزء طبقا لهذه الأبعاد ويجب أن تساوى ٩٨٠٠م٢ كما يلى :

$$\text{مساحة (م و جـ د)} = \frac{٣٠٠ + \frac{٢}{٣}٢٦}{٢} \times ٦٠ = \frac{١}{٣}١٦٣ \times ٦٠ = ٩٨٠٠ \text{ م}^٢$$

فتكون خطوط التقسيم هى "م هـ، م و" وتقابل "ب جـ" فى "هـ، و" على الترتيب حيث ب هـ = $\frac{٢}{٣}$ ٢٢٦ مترا، هـ و = $\frac{٢}{٣}$ ٣٢٦ مترا، و جـ = $\frac{٢}{٣}$ ٢٦ مترا .

(ملاحظة) فى حالة التقسيم الى أجزاء غير متساوية بل متناسبة مع بعضها بنسب خاصة تقسم المساحة الكلية بالحساب إلى عدة مساحات متناسبة حسب النسب المطلوبة وبعد تحديد مساحة كل جزء يتم العمل كما سبق .

مثال ٣ :

قطعة أرض على هيئة الشكل الكثير الأضلاع (ا ب جـ د هـ) يراد تقسيمها إلى عدة أقسام متساوية بخطوط تمر بالنقطة "م" الواقعة داخلها مع العلم بأن مساحة القطعة وأطوال أضلاعها وكذا الأعمدة من "م" على هذه الأضلاع معلومة أطوالها أو يمكن قياسها من الرسم .

الحل :

افرض أن مساحة القطعة ٥٠٠٠ م٢ ويراد تقسيمها إلى خمسة أقسام متساوية .

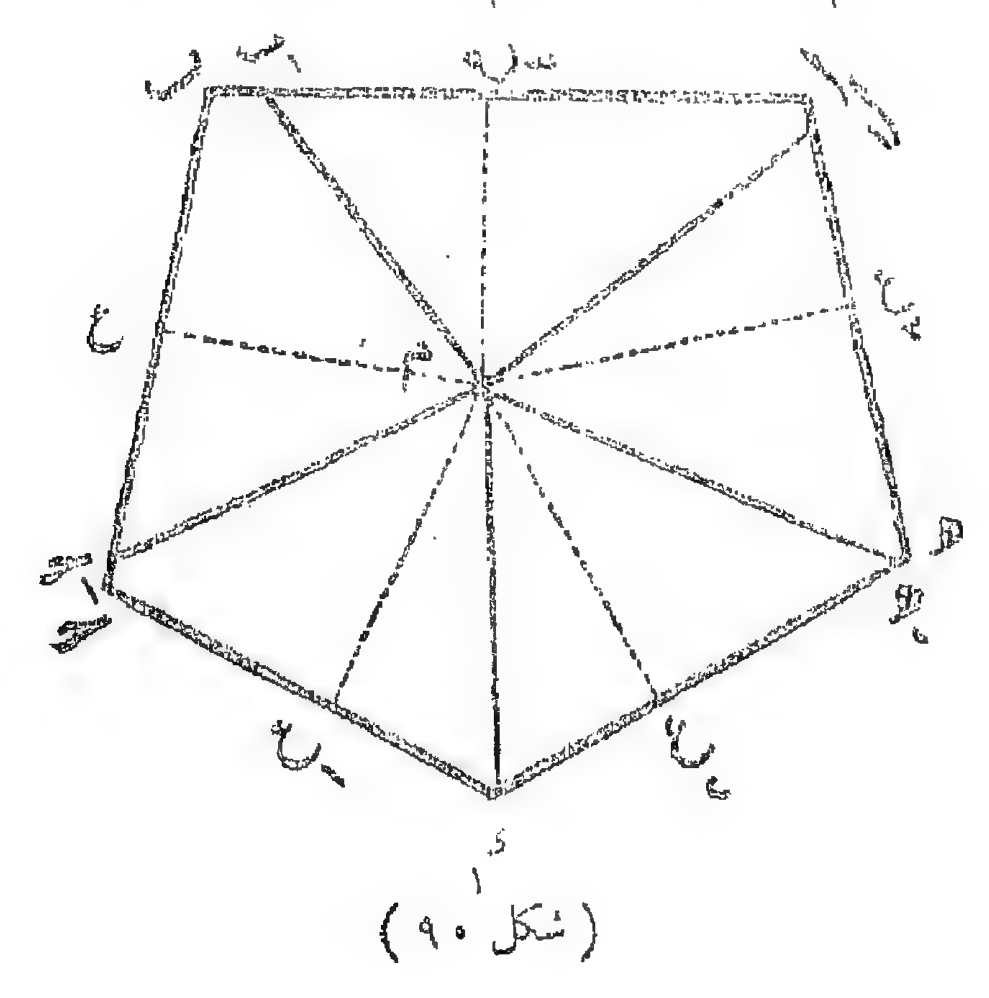
فمساحة القسم الواحد = $\frac{٥٠٠٠}{٥}$ = ١٠٠٠ م٢

توصل "م" بأحد الرءوس مثل "جـ" ويسقط منها الارتفاع "م ع" على "جـ د" يقاس طوله

القسم الأوّل — وارتفاعه "م ع١" وبفرض أن قاعدته = "س" وأنه مثلث .

فيكون $\frac{\text{م ع}_1 \times \text{س}}{2}$ = ١٠٠٠ ومنها تحسب قيمة "س" ولنفرض أنها أقل من "ج د"

حيث تقاس عليها مثل (ج د١) ويكون (ج د١ م) هو الجزء الأول .



(شكل ٩٠)

القسم الثانى المجاور له — يوصل "م د" وتحسب مساحة الجزء "م د د١" على أساس أن ارتفاعه "م ع١" وقاعدته "د د١" فإن كانت مساحته أكبر من ١٠٠٠ م٢ فتحسب طول قاعدة الجزء الثانى على "د د١" وإلا فتطرح مساحة "م د د١" من ١٠٠٠ م٢ والباقى يكون مساحة المثلث ارتفاعه "م ع٢" بعد استاطه وقياسه وقاعدته = س يمكن حسابها وتؤخذ على "د هـ" ولنفرضها د هـ١ فيكون الشكل (م د د١ هـ١) هو القسم الثانى .

القسم الثالث — يوصل "م هـ" وتحسب مساحة المثلث (م هـ هـ١) على أساس أن قاعدته (هـ هـ١) وارتفاعه م ع٢ ويطرح مساحته من ١٠٠٠ م٢ فالباقى يؤخذ مثلث قاعدته على "هـ١" وارتفاعه "م ع٣" بعد قياسه تحسب هذه القاعدة ولتكن تساوى "هـ ا١" .

فيكون الشكل (م هـ١ هـ ا١) هو القسم الثالث .

وبالمثل يحصل على القسم الرابع وليكن هو الشكل (م ا١ ا ب١)

فالباقى وهو الشكل (جـ ب١ ب جـ١) يكون هو القسم الخامس .

(ملاحظة) وبالكيفية المشروحة فى هذا المثال يسير العمل فى حالة ما إذا كانت الأقسام غير متساوية بل متناسبة أو إذا كانت نقطة "م" تنطبق على أحد رءوس الشكل أو تقع على أحد أضلاعه .

الفصل الثالث

تحديد القطع الزراعية وفصل وإصلاح حدودها

تحدد القطع فى الطبيعة أثناء عمل المساحة التفريدية (مساحة فك الزمام) بأن تدق على حدودها علامات بمعدل علامتين لكل حد — وهذه العلامات عبارة عن قضبان من الحديد طولها ١٢٠ سنتيمترا يزن المتر الطولى منها حوالى ١٧ كيلوجراما تغرس فى الأرض ولا يظهر منها سوى ٢٠ سنتيمترا .

وحد القطعة هو الخط المستقيم الواصل بين علامتين من علامات التحديد إلا إذا كان يتبع خطا طبيعيا فاصلا وقد توضع علامات أخرى إضافية بين علامتى نهايتى الحد إذا كان طويلا وصعبت رؤية إحدى نهايتيه من الأخرى كما لو زاد فى العادة عن ٢٥٠ مترا .

وأيضا إذا لم يكن الحد مستقيما فتوضع علامات عند كل انكسار فيه (عند كل تغيير فى اتجاهه) وذلك زيادة عن علامتى النهاية .

أما إذا وقع الحد على حافة مسقى أو طريق أو منخفض وكان من الصعب أو لم يكن من المستحسن وضع علامات التحديد فى أماكنها فتوضع فى أقرب مكان مناسب على أحد جانبى المجرى أو الطريق على بعد يختلف من متر إلى خمسة أمتار من الموقع الحقيقى مع ملاحظة أن تكون العلامات صفا واحدا . أما علامة التحديد التى توقع فى منتصف طريق خصوصى أو مدق فانها تغرس فى الأرض بطريقة لا تعوق المرور .

أما القطع التى تجاور المنافع العامة فيعتبر حدها هو حد المنافع المجاورة لها وهو محدود بحديد نزع الملكية .

وتدق القضبان المحددة للقطع بعد موافقة الملاك وأصحاب الشأن على عملية التحديد وامضائهم على محضر خاص مع مهندس المساحة . أما إذا لم يتراضوا على موقع الحد فيرفع حسب الحالة الموجود بها فى الطبيعة ولا توضع عليه حدايد إلا إذا انتهى النزاع .

وبعد التحديد يعمل رسم كروكى لكل قطعة مبين عليه (فى داخل حدود القطعة) اسم صاحب التكليف ونمرة المكلفة واسم واضع اليد وكيفية امتلاكه للأرض والمستندات المقدمة لإثبات الملكية وإذا اشترك عدة ملاك فى قطعة واحدة فيبين نصيب كل منهم فيها — ومن واقع هذه المعلومات ترسم الخرائط المساحية

وفى أثناء الرفع تربط علامات تحديد القطع على علامات المساحة الرمزية (علامات تحديد الحياض) وهى قضبان حديدية وزنها أكبر من حدايد القطع وفائدة هذا الربط إمكان الاستدلال على مواقع حدايد القطع فيما لو تعدى الأهالى بعضهم على بعض بنقلها أو خلعها . وتبين حدايد القطع على الخرائط بدائرة واحدة صغيرة وتكون الخطوط الواصلة بينها مستقيمة . أما العلامات الرمزية (حدايد الحياض) فتبين بدائرتين داخل بعضهما مع كتابة نمرتها والحدود الواصلة بينها تبين بخطوط مستقيمة على جانبيها مثلثات صغيرة .

وتقسم أراضى الجزائر عند تحديدها إلى عدة أنواع الأول أراضى الجزائر العلو (فصل أول) وهى التى لا تغمرها مياه النيل حتى فى المناسيب المرتفعة . والثانى أراضى الجزائر المرتفعة (فصل ثانى) وفى هذين النوعين تحدد القطع بعلامات خفيفة من المتر الطولى منها ١٥ كجم . أما النوع الأخير (فصل ثالث) فهى الأطيان الواقعة بأرض جزائر المواطى وهذه لا تحدد نظرا إلى الاختلافات الكثيرة التى تحدثها مياه النيل سنويا بسبب أكل البحر وطرحه ولذلك تقوم الحكومة بتوزيع طرح البحر كل سنة بطرق مخصوصة بين من أخذ منهم بسبب أكل البحر .

تنمير القطع :

وتعطى لكل قطعة فى العادة نمرة خاصة على أن القطع التى فى الحوض الواحد تعطى لها سلسلة نمر مستقلة عن نمر الأحواض الأخرى .

وكقاعدة عامة تنمر القطع الشاملة لحوض ما بالتسلسل من الغرب الى الشرق ابتداء من القطعة الواقعة فى الشمال الغربى منه حيث تعطى نمرة ١ — أما قطع المنافع العامة الواقعة بالحوض فتعطى لها أرقام متتالية حسب تسلسلها ضمن قطع الحوض — على أنه يلزم عدم تغيير النمر الرمزية التى يكون قد سبق إعطاؤها لبعض القطع ويحتفظ بها لمنع التغييرات غير الضرورية فى جميع أعمال السجلات القديمة للأطيان ولحفظ تاريخ المعاملات المسجلة .

فصل وإصلاح الحدود :

وكثيرا ما يحدث بين المزارعين المتجاورة أراضيهم نزاع على الحد المشترك بينهما إذ يدعى أحدهما أو كلاهما أن جاره قد تعدى عليه واقتطع جزءا من أرضه ضمه إلى جانبه بنقله الحد من مكانه الأصلى .

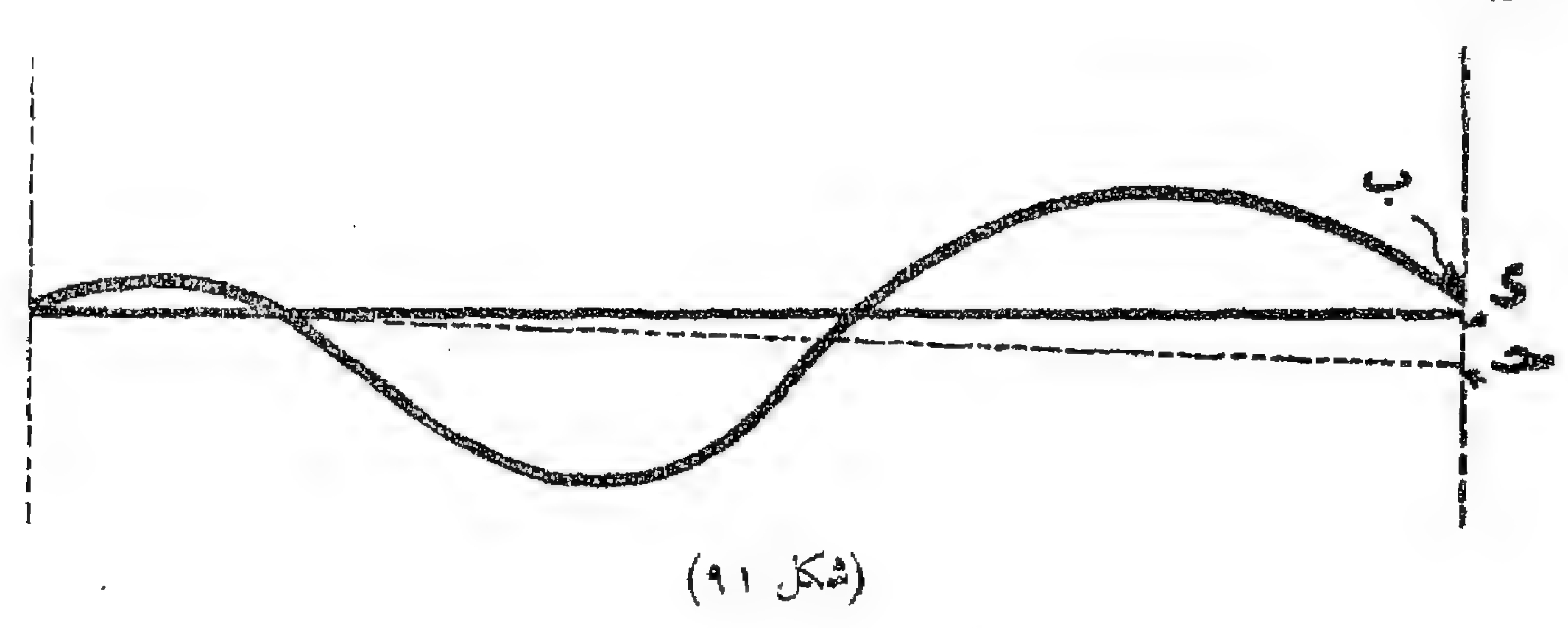
وليس من حل لمثل هذا الإشكال سوى إعادة تخطيط هذا الحد وتوقيعه من الخريطة على الطبيعة . ويستعان فى ذلك بخرائط فك الزمام (ومقياسها $\frac{1}{2500}$) وبحدايد التحديد الموجودة

في الطبيعة والموقعة على الخريطة إذ يقاس بعد هذه الحدايد المحددة للحد من أقرب مواقع ثابتة على الخريطة وتوقع هذه الأبعاد على الطبيعة ثم يعاد مسح كل من القطعتين على حدة للتثبت من صحة العمل ثم تدق حدايد ثابتة على نهايتي الحد الجديد بعد تخطيطه .

على أنه يحدث أن يكون الحد بين قطعتين غير مستقيم كأن يكون منحنيا أو منكسرا وفي هذه الحالة قد يرغب الطرفان في إصلاحه بجعله مستقيما ويتم ذلك بواسطة المهندس أيضا وعلى الوجه الآتي :

بفرض أن المنحنى هو ا ب

يرسم الخط "ا جـ" بحيث تكون المساحات المحصورة بينه وبين الحد "ا ب" متساوية على كل من جانبيه على وجه التقريب وتحسب بالضبط المساحات الواقعة بين "ا ب ، ا جـ" على كل من جانبيه ولنفرض أنهما "س" ، "ص" مترا مربعا فالفرق بينهما = (س — ص) مترا مربعا .



(شكل ٩١)

والحد "ا جـ" (وهو المختار حداً تقريبيا) يجب أن ينقل إلى الحد المضبوط "ا د" بحيث يكون :

المثلث ا جـ د = (س — ص) مترا مربعا .

وباعتبار "ا جـ" قاعدة المثلث ، "جـ د" ارتفاعه فيكون $\frac{\text{ا جـ} \times \text{جـ د}}{٢}$ = (س — ص)

$\therefore$ جـ د = $\frac{٢\ (\text{س — ص})}{\text{ا جـ}}$

بمعنى أن نقطة "جـ" يجب نقلها إلى "د" مسافة

= جـ د .

= $\frac{\text{ضعف الفرق بين المساحتين على جانبي الحد التجريبي "ا جـ"}}{\text{طول الحد التجريبي "ا جـ"}}$

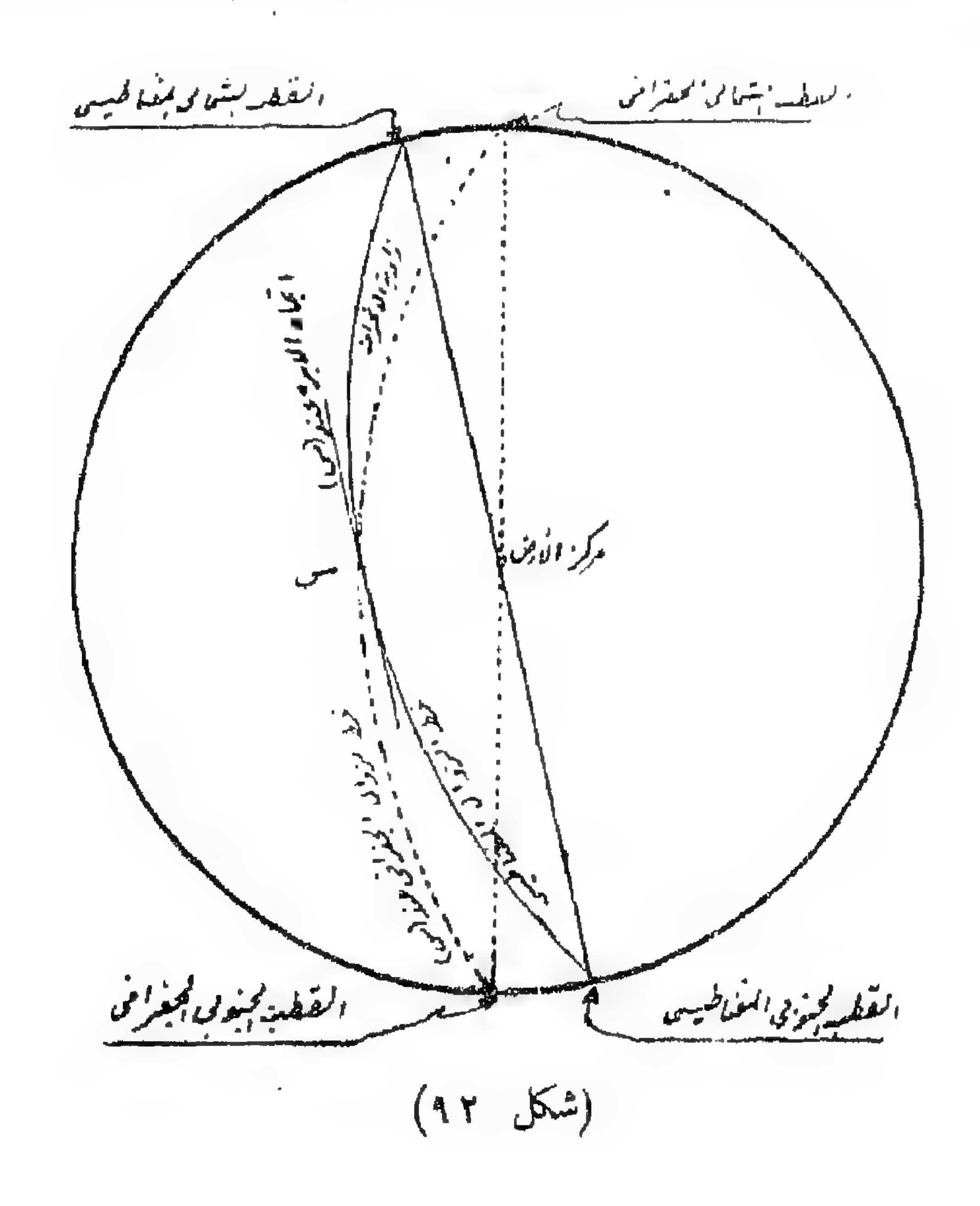
ويكون "ا د" هو الحد المستقيم المضبوط .

الباب الخامس

البوصلة

نظريتها :

تتأثر المواد المغناطيسية كالحديد والصلب والنيكل بمغناطيسية الأرض فلو عُلقت إبرة أو قضيب مغناطيسي حر الحركة فانه يتأثر بجاذبية الأرض فيتجه أحد طرفيه نحو الشمال والآخر نحو الجنوب . وفعل الأرض فى هذه الإبرة توجيهى فقط دون نقلها لصغر الإبرة بالنسبة للارض وتساوى قوتى



(شكل ٩٢)

التجاذب والتنافر عليها من قطبي الأرض إذ أنهما قوتان متساويتان فى القدر ومتضادتان فى الاتجاه ومتوازيتان فتعملان على دوران الإبرة حول نفسها دون تحريكها من موضعها إلى أن تتخذ وضعا ثابتا فى اتجاه الخط الواصل بين هذين القطبين المغناطيسيين الشمالى والجنوبي وهو ما يسمى "بخط الزوال المغناطيسى" وينحرف عن خط الزوال الجغرافى غير أنه تجاوزا ولصغر هذا الانحراف يعتبر أنه الشمال الجغرافى تقريبا أى البحرى .

تركيبها :

تتركب البوصلة فى أبسط أشكالها من إبرة ممغطسة تتحرك بسهولة داخل صندوق مستطيل من الخشب أو صندوق مستدير من النحاس (الخشب والنحاس مواد غير مغناطيسية) وتُغطى الإبرة بالزجاج لوقايتها من الأتربة والعوامل الجوية — وهناك عدة أنواع من البوصلة نشرح أبسطها فيما يلى :

البوصلة العادية :

وهو أبسطها ويتركب من صندوق مستطيل ترتكز الإبرة على حامل رأسى فى مركزه حيث يوجد بوسط الإبرة فص من العقيق لمنع تآكل سن هذا الحامل بينما يتحرك طرفا الإبرة فوق قوسين صغيرين كل منهما مقسم إلى بضع درجات (حوالى ٥ درجات) على يمين الصفر وكذا على يساره .



(شكل ٩٣)

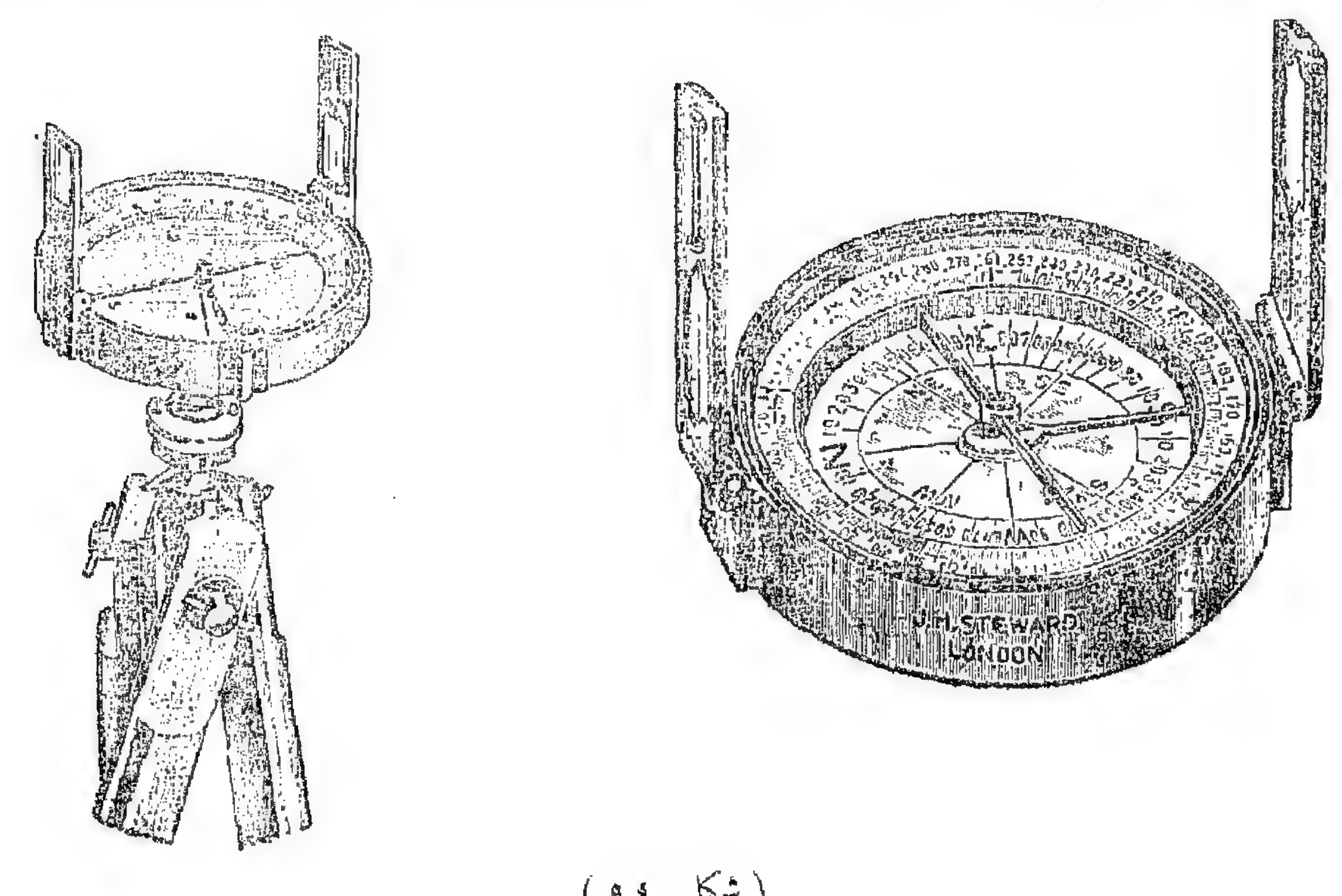
ويستعمل هذا النوع من البوصلة لتعيين اتجاه خط الشمال المغناطيسى بأن يُحرّك الصندوق حتى ينطبق طرفا الإبرة على صفرى التدريجين المذكورين فتكون الإبرة فى هذا الوضع فى اتجاه خط الشمال المغناطيسى ويكون حرف الصندوق موازيا للإبرة وفى نفس اتجاهها ويمكن استعماله لرسم خط على الخريطة أثناء الرصد ليبين اتجاه خط الشمال المغناطيسى .

ويلاحظ فى جميع أنواع البوصلة أن أحد طرفى الإبرة يكون متجها إلى أسفل بسبب الجذب بينه وبين قطب الأرض المغناطيسى القريب — وتسمى الزاوية بين الإبرة فى هذا الوضع المائل وبين المستوى الأفقى بزاوية الميل المغناطيسى ويزيد مقدارها كلما قرب المكان من أحد القطبين المغناطيسيين وبالعكس يقل بالقرب من خط الاستواء . ولإعادة الإبرة إلى وضعها الأفقى يحرك ثقل صغير موجود على طرفها الآخر .

بوصلة المسَّاح :

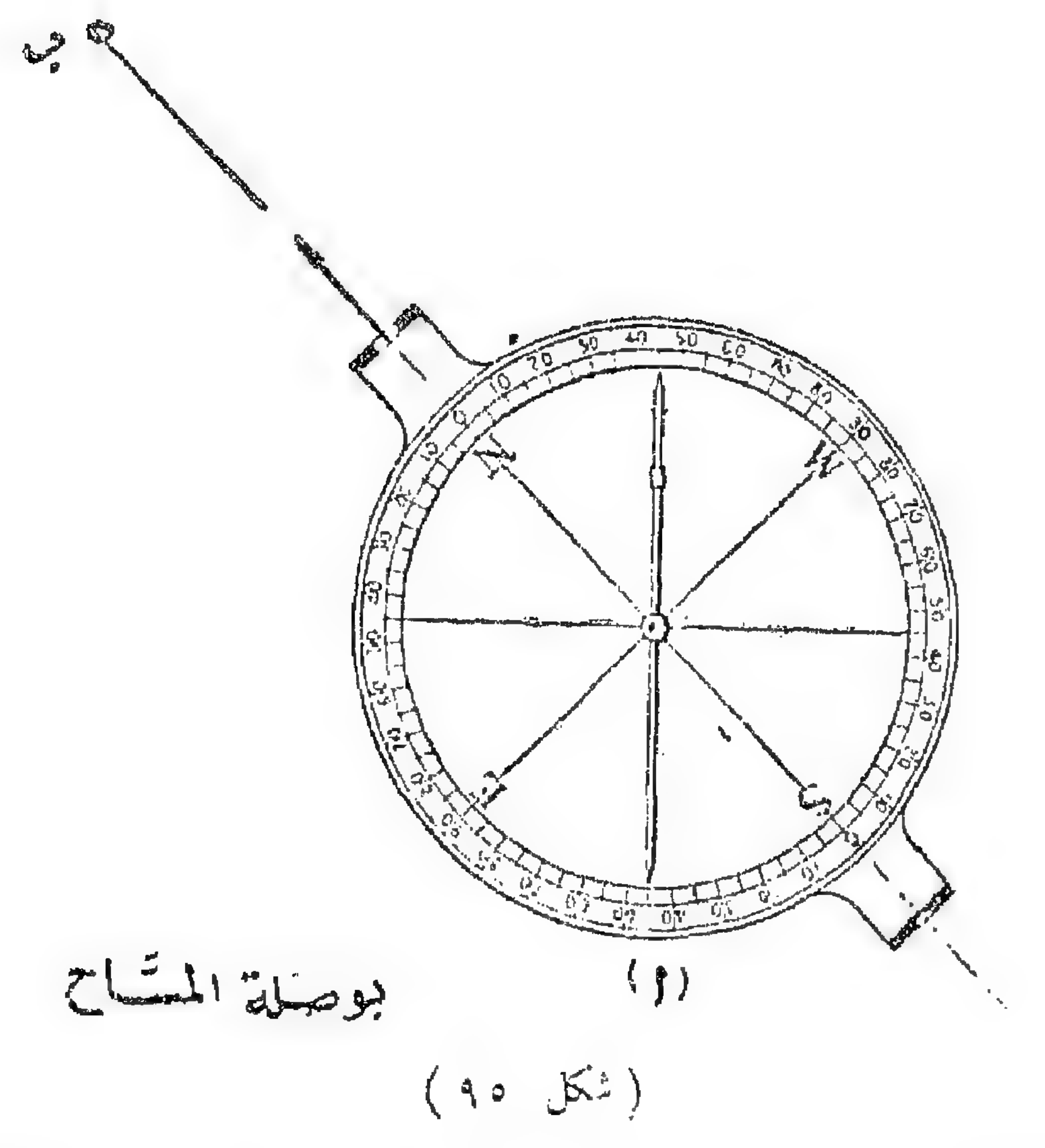
عبارة عن صندوق معدنى مستدير من النحاس أو الألومنيوم أو غيره قطره من ٦ — ٩ سنتيمترات وترتكز الإبرة على محور فى مركزه كما فى النوع السابق ويتحرك طرفاها على قرص مدرج إلى درجات وأنصافها مثبت بجدار الصندوق من الداخل وموضوع بحيث يكون سطحه العلوى فى مستوى

الإبرة . ويقسم هذا القرص قطران متعامدان إلى أرباع دائرة بصفرين عند الشمال والجنوب وكل رُبع منها مقسم إلى ٩٠ ثم إلى أنصاف درجات — ومكتوب على طرفي أحد القطرين حرفا



(شكل ٩٤)

S ، N وعلى طرفي القطر الآخر W على يمين N والحرف E على يسارها وهذا بعكس الوضع الطبيعي الذي يكون فيه E (الشرق) على يمين N (الشمال) .



بوصلة المسّاح

(شكل ٩٥)

ولتوضيح حكمة ذلك نفرض أننا وجهنا على الخط " ا ب " المبين في الشكل الذي يتجه إلى الشمال الغربي فان الإبرة تقف في وضعها بين N ، W أي أن القراءة التي تبينها تكون محصورة

بينهما بمعنى أن اتجاه الخط يقع بين الشمال والغرب وهذا هو الاتجاه الحقيقى للخط وذلك بخلاف ما إذا كتبت E على يمين N وكتبت W على يسارها فان قراءة الإبرة تصبح بين N و E أى يكون اتجاه الخط إلى الشمال الشرقى وهذا عكس الواقع .

وهناك شظيتان من النحاس على طرفى المحور N S بكل منهما شرخ وشباك بحيث أن شرخ إحداهما يقابل شباك الأخرى وتستعملان لتوجيههما على الاتجاه المطلوب رصده . وكل شظية منهما تتصل بالصندوق بمفصلة من النحاس .

وتتصل بالإبرة رافعة تستعمل لخفضها وقت العمل حتى ترتكز على حاملها لتتحرك حركة حرة ثم لرفعها عنه عند إنهاء العمل وذلك لتثبيت حركتها .

كما يتصل الصندوق باسطوانة ذات محوى (قلاووظ) لتثبيت الجهاز فوق حامل ذى ثلاث أرجل بتثبيته على مسمار ينزلق داخل غلاف كروى وهذا الغلاف يمكن توسيعه أو تضييقه بواسطة مسمار محوى موجود بجانبه من أسفل ويفك مسمار الغلاف حتى يمكن أن يدور معه المسمار المثبت عليه الجهاز بانزلاق طرفه الكروى داخل غلافه ثم يربط الجهاز بعد ضبط أفقيته .

وقد تزود البوصلة بجهازى تسوية متعامدين معا لضبط أفقيتها — وقد يستغنى عن الشظيتين بمنظار وفى هذه الحالة توجد صينية ذات ثلاثة مسامير محواء عند القاعدة لضبط أفقية الجهاز كما فى حالة الموازين .

استعمالها :

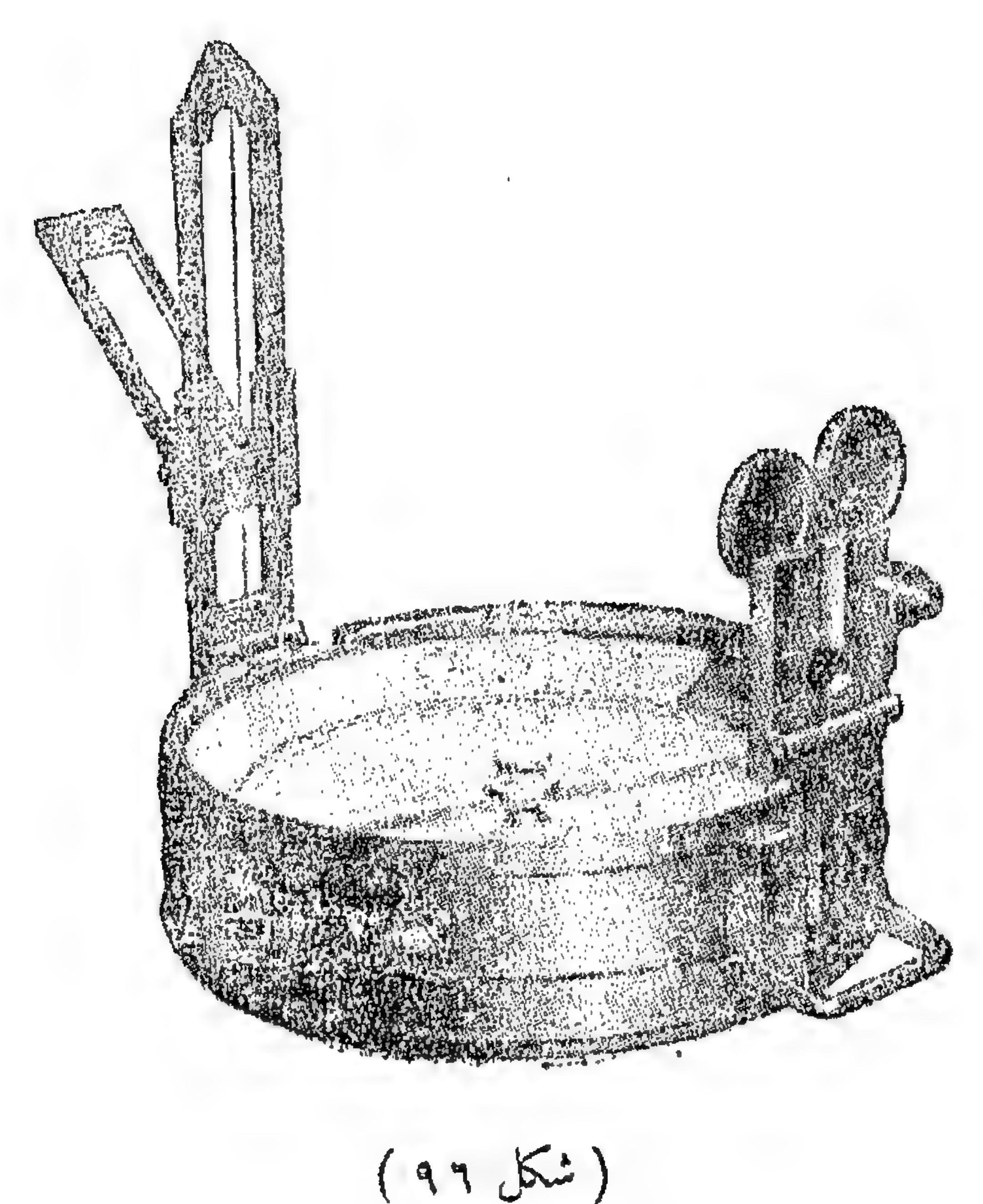
تستعمل البوصلة لتعيين انحراف أى اتجاه من خط الشمال المغناطيسى ولذلك يوضع الجهاز أفقيا على حامله ويدار حتى تصير الشظيتان (شرخ إحداهما مع شباك الأخرى) فى الاتجاه المراد رصده وفى أثناء عمل ذلك يتحرك القرص ومعه التدريج الذى بداخله بينما تبقى الإبرة متجهة نحو الشمال المغناطيسى تعين القراءة التى ينطبق عليها القطب الشمالى لها (وذلك لأقرب نصف درجة) فتكون هى انحراف الاتجاه .

ومما سبق يتضح أن النوع الأول من البوصلة قاصر على تعيين اتجاه خط الشمال المغناطيسى بينما يمتاز النوع الثانى زيادة على ذلك بامكان تعيين قيمة الانحراف المغناطيسى لأى اتجاه .

النوع الثالث — البوصلة المنشورية :

تختلف عن بوصلة المساح فى كون الإبرة ثابتة فى قرص التدريج ويتحركان معا كما أن تقسيم القرص يبدأ بصفر عند الجنوب إلى ١٨٠° عند الشمال .

وسميت بالبوصلة المنشورية للاستعاضة عن إحدى الشظيتين بمنشور ثلاثى من الزجاج مثبت فى القرص وبه فى وسطه شرخ يقرأ خلاله على التدريج .



(شكل ٩٦)

وهذه البوصلة أدق وتستعمل لرصد الانحرافات عند عملية رفع المضلعات بالبوصلة وتكفى الاشارة إليها .

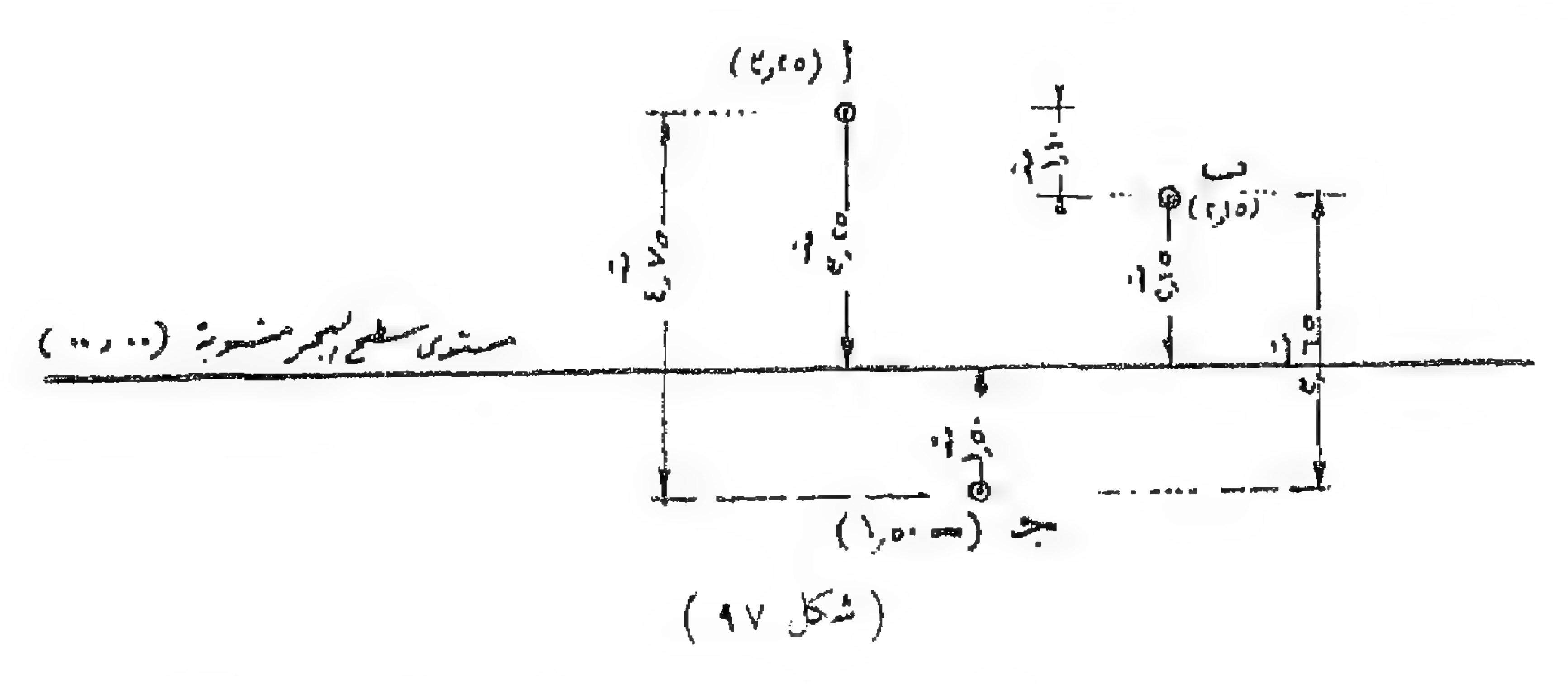
الباب السادس

الميزانية

تعريفها :

يقصد بالميزانية وزن نقطتين أو عدة نقط بنسبة بعضها إلى بعض أو بالنسبة لسطح ثابت يسمى مستوى المقارنة — من حيث الارتفاع — لمعرفة الفرق بينهما وأيهما أعلى من الأخرى .

والأساس الذى تنسب اليه ارتفاعات جميع النقط هو مركز الكرة الأرضية غير أنه لسهولة المقارنة اصطلح فى مناطق الأرض المختلفة على اتخاذ مستوى ثابت مناسب لكل منطقة وجعله أساسا تقارن اليه جميع النقط المختلفة من حيث ارتفاعها أو انخفاضها — وفى مصر اصطلح على اتخاذ متوسط سطح مياه البحر الأبيض المتوسط عند مدينة الاسكندرية أساسا تنسب اليه جميع النقط بالقطر المصرى وسمى هـذا السطح بمستوى المقارنة إذ تقارن بالنسبة إليه ارتفاعات أو انخفاضات جميع النقط واعتبر مستوى سطحه صفرا تقاس منه ارتفاعات أو انخفاضات النقط ويسمى ارتفاع أو انخفاض أى نقطة عنه بمنسوب هـذه النقطة ويعبّر عنه بالأمتار وكسورها ويكون بالزائد (+) لجميع النقط التى تعلوه وبالناقص (—) لجميع النقط المنخفضة عنه فيقال مثلا أن منسوب نقطة (ا) هو (+ ٣,٢٥) أى أنها أعلى من سطح مياه البحر الأبيض



(شكل ٩٧)

(سطح المقارنة المذكور) بثلاثة أمتار وخمسة وعشرين سنتيمترا وكذا إذا قيل أن منسوب نقطة (ب) هو (+ ٢,١٥) فيدّل ذلك على أنها أعلى أيضا من مستوى المقارنة بمقدار مترين

وخمسة عشر سنتيمترا — وبديهى أنه لو أريد مقارنة النقطتين (ا ، ب) ببعضهما فظاهر أن (ا) تعلو عن (ب) بمقدار (٣,٢٥ — ٢,١٥) = ١,١٠ متر .

أما إذا قيل أن نقطة أخرى مثل (ج) منسوبها هو (— ١,٥٠ متر) فمعنى ذلك أنها أخفض من مستوى المقارنة بمتر ونصف — وبالطبع تكون (ج) منخفضة عن (ا) بمقدار (٣,٢٥ + ١,٥٠) = ٤,٧٥ مترا كما تنخفض عن (ب) بمقدار (٢,١٥ + ١,٥٠) = ٣,٦٥ مترا .

فتعاديل مناسيب عدة نقط هو ما يعبر عنه بالميزانية .

الفصل الأول

الآلات المستعملة فى الميزانية

أهم الآلات المستعملة فى الميزانية هى :

١ — الميزان :

وفى جميع أنواعه يتكون أساسيا من منظار (تلسكوب) داخل غلاف ويمكن تثبيته على حامل (رجل الميزان) بجعله فى مستوى نظر الشخص الذى سيستعمله والميزان فى مجموعه مركب من أجزاء تمكن من جعل محور منظاره يتحرك فى مستوى أفقى فى جميع الاتجاهات أى يتحرك فى مستوى مواز لمستوى المقارنة ويسمى هذا المستوى بسطح الميزان — وبمعرفة منسوب سطح الميزان ثم قياس انخفاض أى نقطة عنه يمكن حساب منسوب هذه النقطة .

٢ — القامة :

وهى المقياس المدرج الذى يوضع فوق النقطة المراد معرفة منسوبها ثم يقرأ عليه ارتفاع سطح الميزان عن هذه النقطة بواسطة المنظار بعد جعله فى مستوى أفقى .

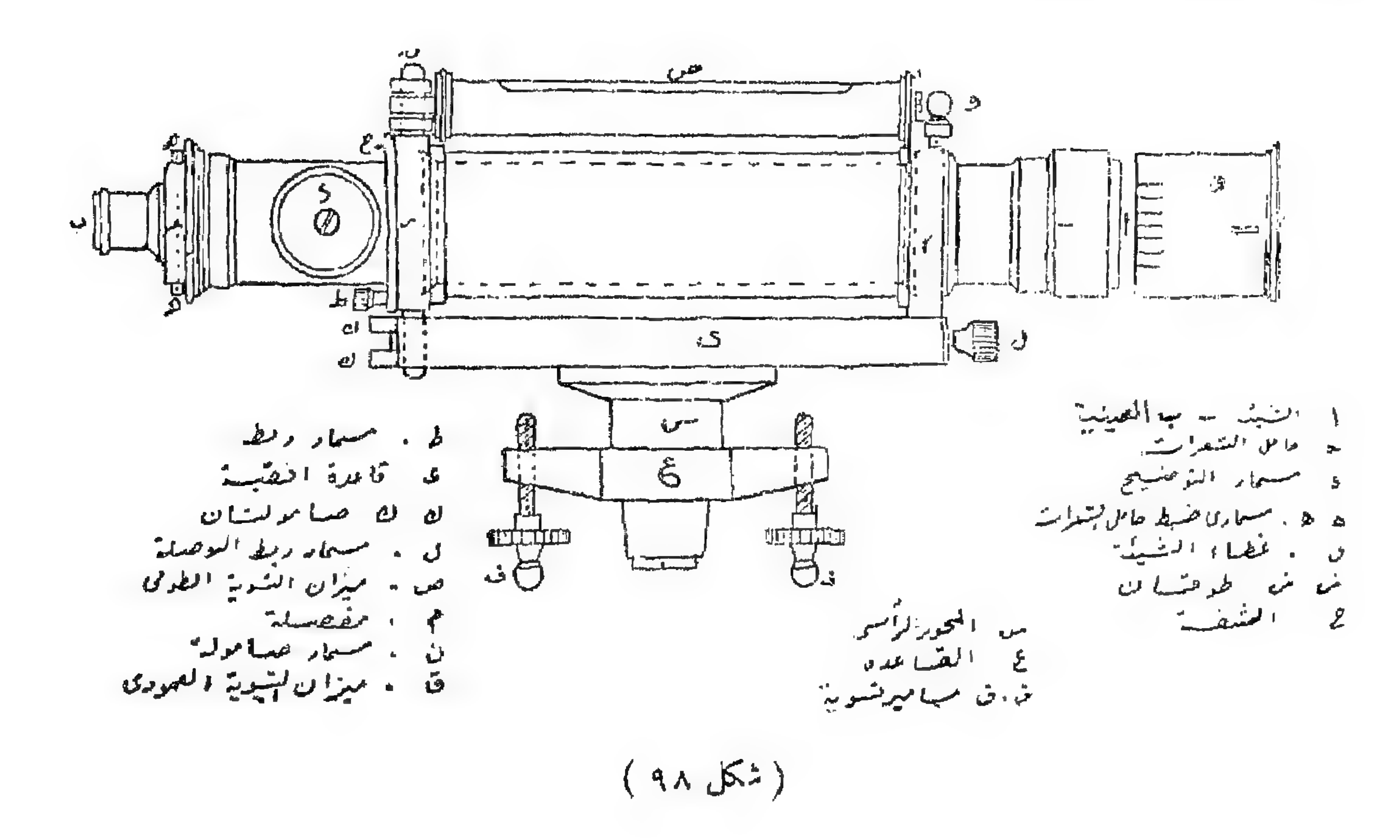
من هذا نرى أن القامة والميزان الهندسى هى بمثابة الأثقال (الصنج) للموازين الاعتيادية كل منها مكمل للآخر فى عمله والفرق الوحيد هو أن الأخيرة تستعمل لمقارنة الأوزان وأن الأولى لمقارنة الارتفاعات .

شرح الآلات المستعملة فى الميزانية

أهم هذه الآلات الميزان وحامله والقامات — كما قد يستعمل أيضا الجنزير والشوك والشريط لقياس الأبعاد وذلك عند عمل القطاعات الطولية أو العرضية وكذا فى الميزانيات الشبكية كما سيأتى بعد :

(أولا) الميزان :

عبارة عن آلة هندسية مركبة من منظار (تلسكوب) موضوع داخل غلاف ومحمل على حامل أفقى متصل بعمود رأسى فى محور القاعدة وبهذه القاعدة ثلاثة مسامير هواة يثبت الميزان بواسطتها فوق حامله وقت العمل . وأهم أنواع الموازين المستعملة هى ميزان كوك وميزان دمبى وهو يستعمل الآن نادرا أما الأول فأكثر شيوعا . وفيما يلى شرح الأجزاء التى يتكون منها ميزان كوك Cooke,s Level .



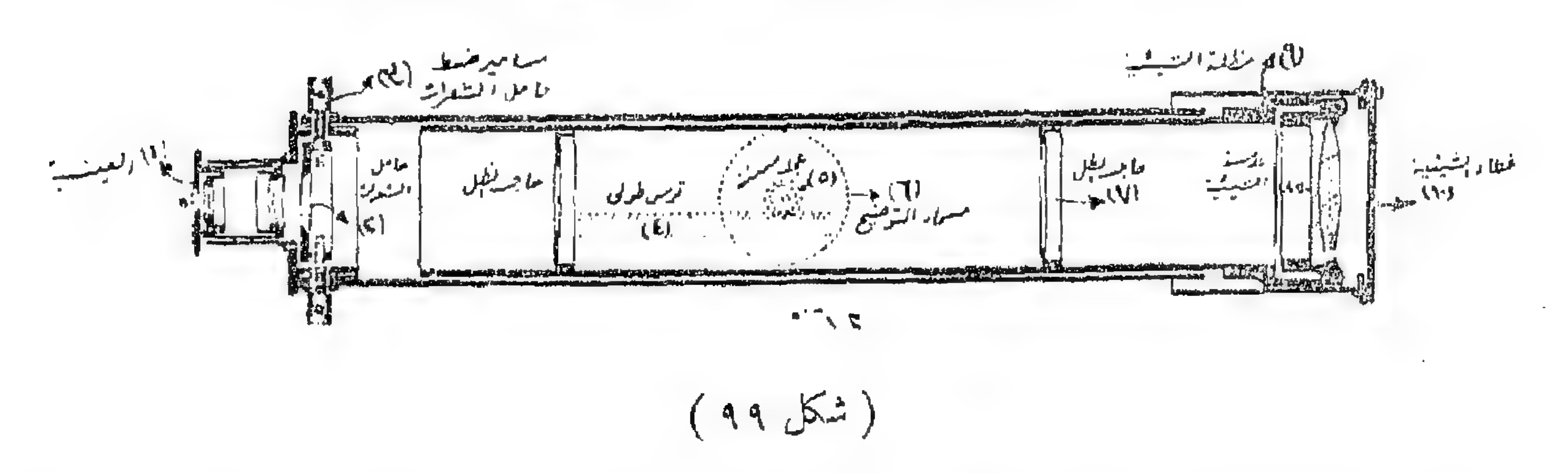
(شكل ٩٨)

١ — المنظار :

يتركب من ماسورتين نحاسيتين مركب فى نهاية إحداهما عدسة زجاجية تسمى بالشيئية وهى التى توجه نحو القامة أو الجسم المرصود وفى النهاية الأخرى للماسورة عدسة ثانية تسمى العينية وهى التى ينظر الراصد خلالها وقت العمل ليرى الصورة التى تكونها الشيئية مكبرة .

وداخل المنظار مطلى باللون الأسود القاتم وذلك لمنع الانعكاسات الضوئيـة من الأسطح الداخلية وبالتالى للحصول على صور محددة وواضحة .

وتركب الشيئية من عدستين إحداهما محدبة الوجهين والأخرى محدبة مقعرة وهما ملتصقتان معا التصاقا تاما . وذلك لتصغير البعد البؤرى للشيئية وبالتالى الحصول على طول مناسب للمنظار لتكوين الصورة بداخله . بينما تتركب العينية من أشكال أبسطها يتكون من عدستين كل منهما محدبة مستوية وهما موضوعتان على مسافة من بعضهما بأوجههما المحدبة متقابلة .



(شكل ٩٩)

وتحسن الإشارة هنا إلى أن أحجام الموازين تعرف بالبعد البؤرى للشيئية — والمشهور فى ذلك ميزان ١٢ بوصة وميزان ١٤ بوصة بمعنى أن البعد البؤرى للشيئية هو ١٢ بوصة أو ١٤ بوصـة والأول يكفى للأغراض العادية بينما يفضل الثانى للنظرات البعيدة المدى .

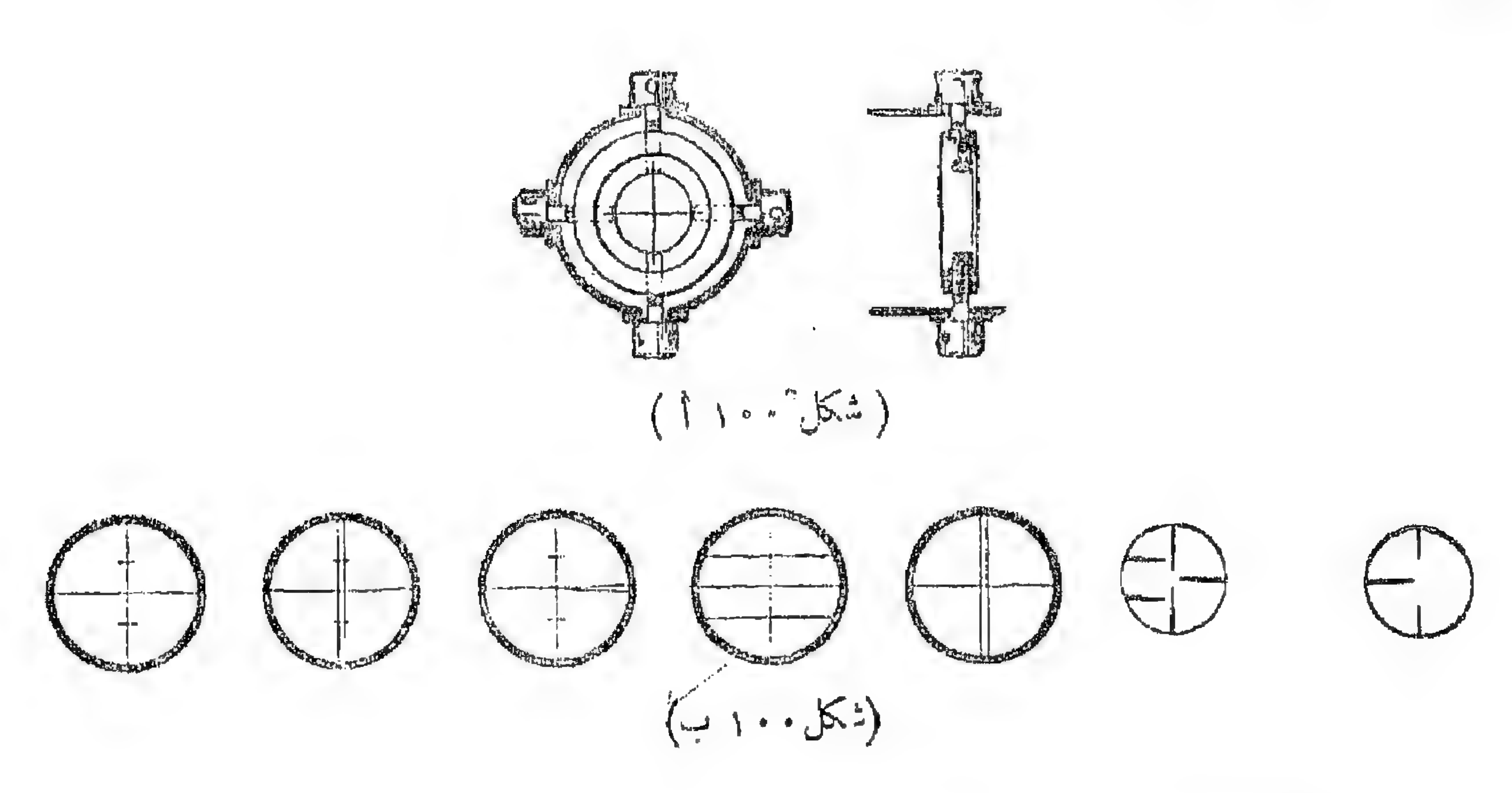
تتحرك ماسورة الشيئية فى هـذا النوع من الموازين داخل ماسورة العينية بواسطة مسمار التوضيح المركب على جانب ماسورة العينية إذ يتصل بترس مسننة تتحرك أسنانها على قوس مسنن مثبت بداخل ماسورة الشيئية وبتحريك هذا المسمار يمكن رؤية القـامة أو الشيء المرصود أوضح ما يمكن .

وبداخل ماسورة العينية وعلى مسافة خاصة من عدستها يثبت حامل الشعرات الذى تتكون عليه الصورة ويتركب من حامل زجاجى متصل بجدار المنظار بواسطـة لقم من النحاس ويثبت فى مكانه مع جدار المنظار إما بمسمارين علوى وسـفلى أو بأربعة مسامير اثنان راسيان والآخران جانبيان .

وبفك هذه المسامير وربطها يمكن تحريك الحـامل حركة رأسـية أو أفقية لرفع أو خفض الشعرات وذلك عند عمل التحقيقات كما سيأتى بعد (لرفعه يفك المسمار السفلى ويربط على العلوى وبالعكس عند خفضه) .

وعلى هـذا القرص توجد شعرات أفقية إما شعرة واحدة فى منتصفه وهى التى يرصد عليهـا وقت قراءة القامة أو ثلاثة شعرات تستعمل لغرضين الأول لقراءة القامة مقابل كل منها وأخذ المتوسط وذلك عند عمل ميزانيات دقيقة جدا كما فى بعض أعمال مصلحة المساحة والثـانى تقرأ

الشعرتان العليا والسفلى وتسميان بشعرات الأستاديا لمعرفة بعد القامة من الميزان كما سيأتى شرحه عند الكلام عن عمل الميزانية الشبكية . كما يوجد على حامل الشعرات وفى منتصفه شعرة رأسية أو شعرتان للمساعدة على ضبط القامة وجعلها فى وضع رأسى وقت قراءتها — وقد تكون هذه الشعرات من خيط العنكبوت أو الحرير لدقتها وقد يستعاض عنها بخدوش على الزجاج أو بأسلاك من البلاتين مدببة النهاية وهذه ادق فى القراءة حيث أن سمك الشعرات أو الخطوط المحفورة يغطى جزءا من القراءة .

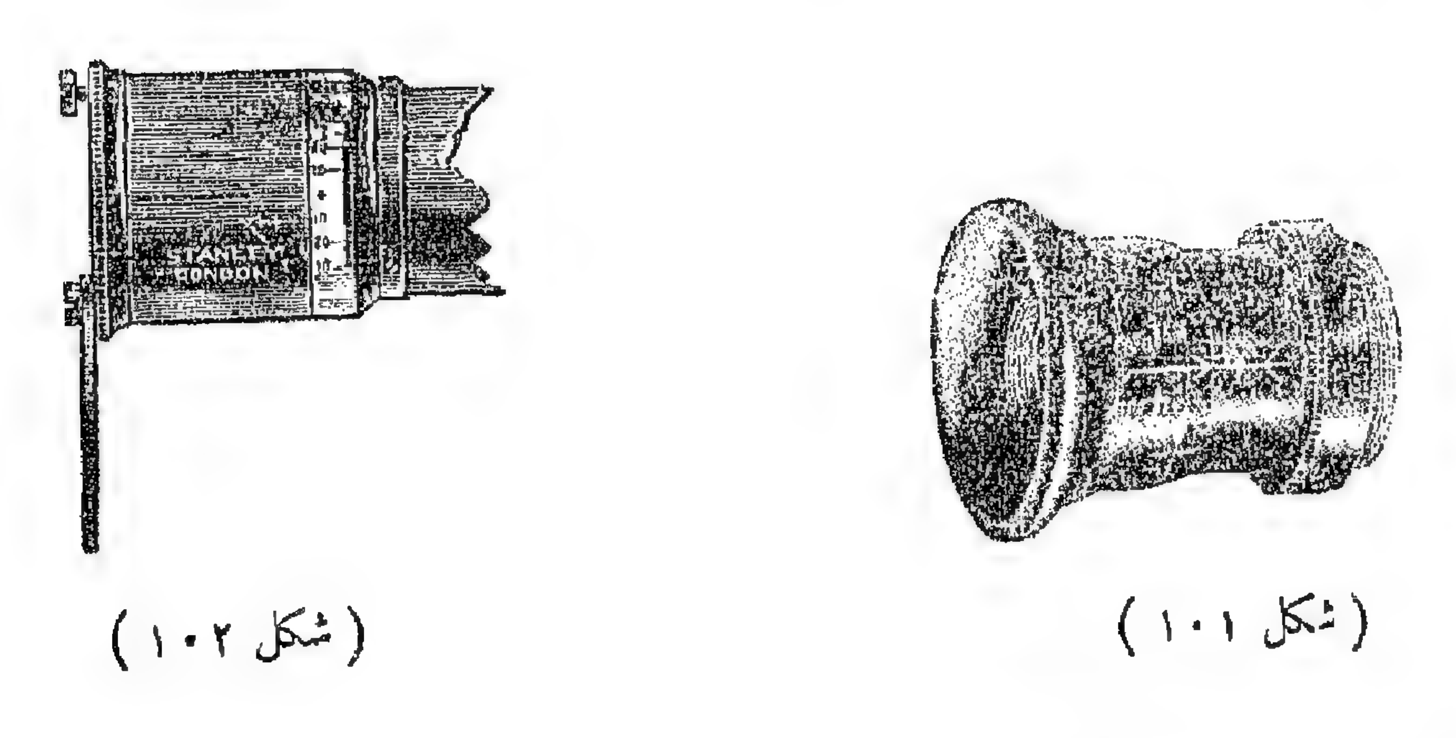


(شكل ١٠٠ أ)

(شكل ١٠٠ ب)

وفى الشكل يظهر القطاع العرضى للمنظار فى موضع حامل الشعرات .

ولاظهار الشعرات واضحة العين فى أثناء الرصد تغير المسافة بين حامل الشعرات والعينية وذلك بادارة وتحريك الأخيرة باليد إلى الداخل أو الخارج كما قد توجد على محيط العينية تقاسيم يستعان بها على هذا التوضيح إذ أن لكل راصد قوة أبصار خاصة أى يمكنه أن يرى الشعرات واضحة عند قراءة خاصة على هذه الأقسام .

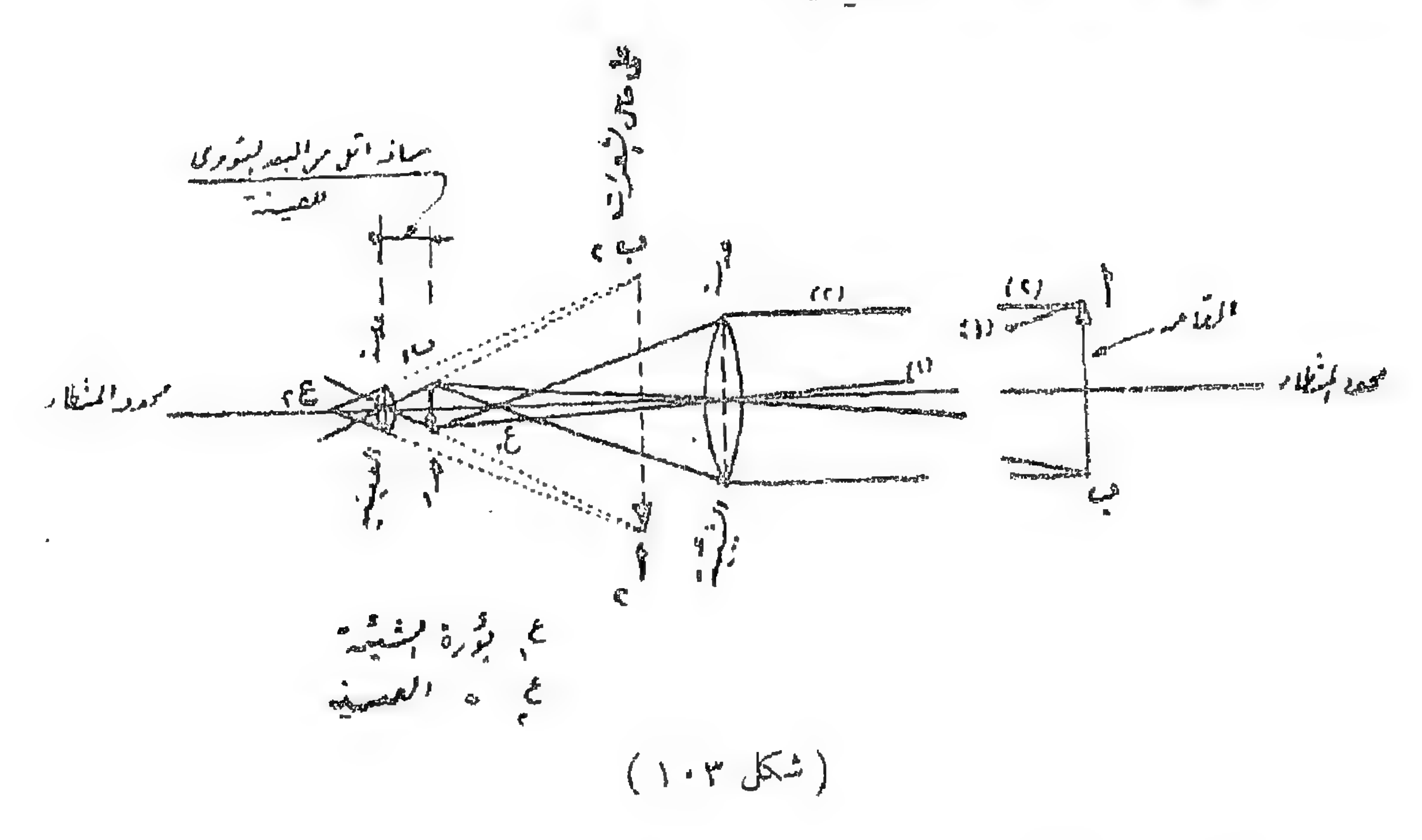


(شكل ١٠٢)

(شكل ١٠١)

وتحاط الشيئية بغلاف دائرى لحمايتها من أشعة الشمس وقت الرصد يقفل بحاجز رقيق يتصل به اتصالا مفصليا وذلك لحماية العدسة من الأمطار أو الأتربة فى غير أوقات الرصد .

وتتكون الصورة داخل المنظار كما يلي :



(شكل ١٠٣)

لنفرض أن القامة (أو الشيء المرصود) هو (ا ب) ومنه تسقط عدة أشعة على الشيئية . فمن الأشعة الساقطة من " ا " شعاعان أحدهما :

(١) يمر بمركز الشيئية وهذا يخترق العدسة دون أي انكسار .

(٢) والآخر مواز لمحور المنظار وهـذا يمر بعد انكساره ببؤرة الشيئية .

فتقابل هذين الشعاعين يحدد النقط " ا١ " وهي صورة " ا " .

وبالمثـل مع نقطة " ب " حيث تتكون صورتها في " ب١ " فتكون " ا١ ب١ " هي صورة " ا ب " وهي صورة حقيقية مقلوبة مصغرة وتتكون هذه الصورة أمام العينية وعلى مسافة منها أقل من بعدها البؤري وهـــذا تقوم العينية بتكبيرها مكونة الصورة " ا٢ ب٢ " وهي صورة تقديرية مكبرة ومقلوبة بالنسبة للقامة ولهذا السبب توضع القامة في الطبيعة مقلوبة لتكون صورتها داخل المنظار معتدلة فيسهل قراءتها .

وتتكون هذه الصورة الأخيرة " ا٢ ب٢ " على حامل الشعرات .

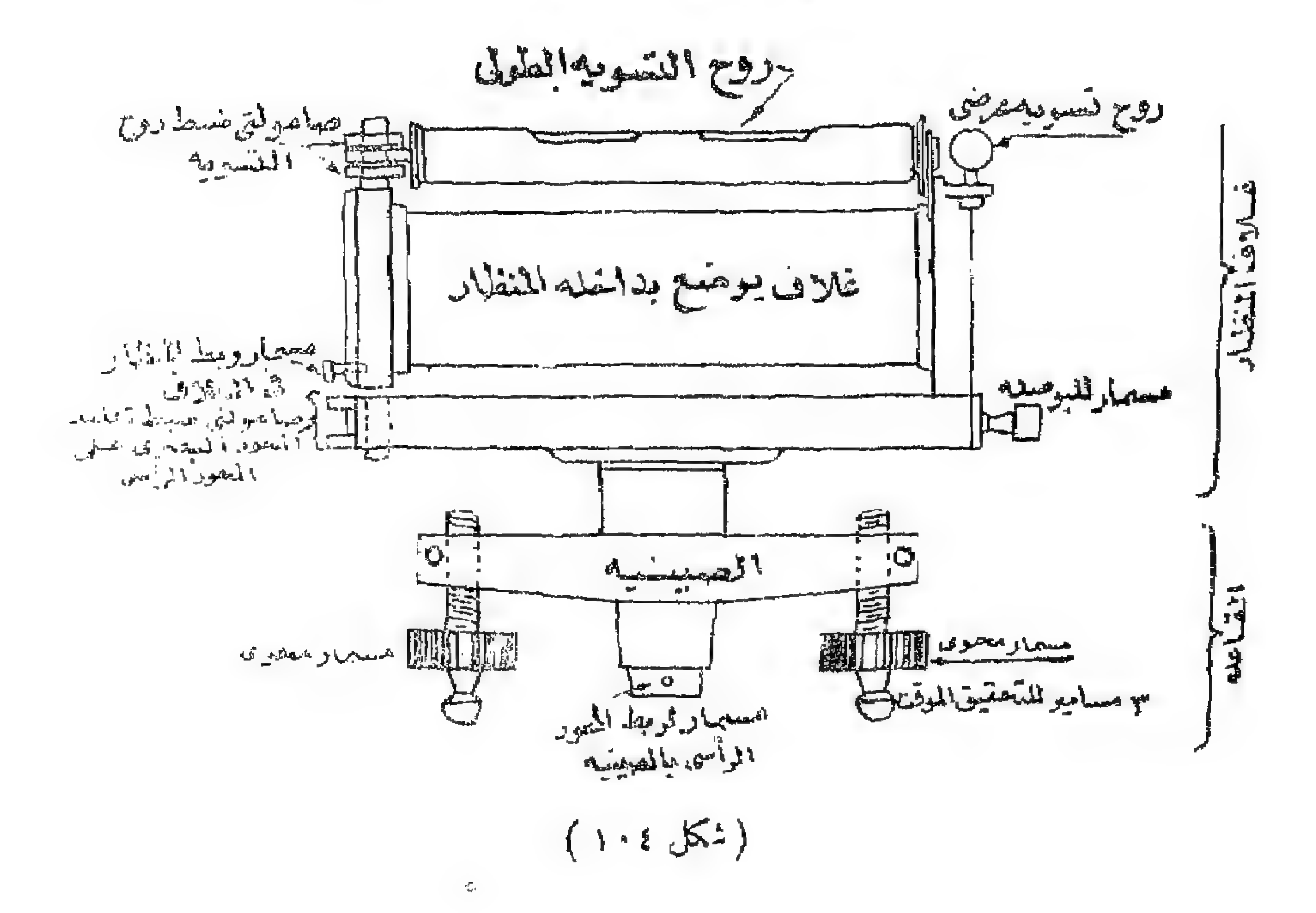
٢ ـــ غلاف المنظار :

وهو بقية أجزاء الميزان التي تحمل المنظار في أعلاها وترتكز من أسفلها على أرجل الميزان .

ويتركب الغـلاف كما بالشكل من طوقين رأسيين متشابهين يحملان المنظار بأن يدخل فيهما إلى درجة مخصوصة تحددها شفة نحاسية مستديرة موجودة بالمنظار حول ماسورة العينية قطرها

أكبر من قطر الغلاف لتمنع دخول المنظار داخل الطوقين إلى ما بعدها . وبعد ادخاله يربط المنظار إلى أحد الطوقين بواسطة مسمار الربط المبين بالشكل والذى يدخل فى ثقب فى أسفل الشنة وفى الطوق المجاور لها ويمكن بفك هذا المسمار إخراج المنظار من طوقيه وعكس وضعه داخلهما وذلك فى بعض تحقيقات الميزان كما سيأتى بعد .

شكل الميزان بدون منظاره



(شكل ١٠٤)

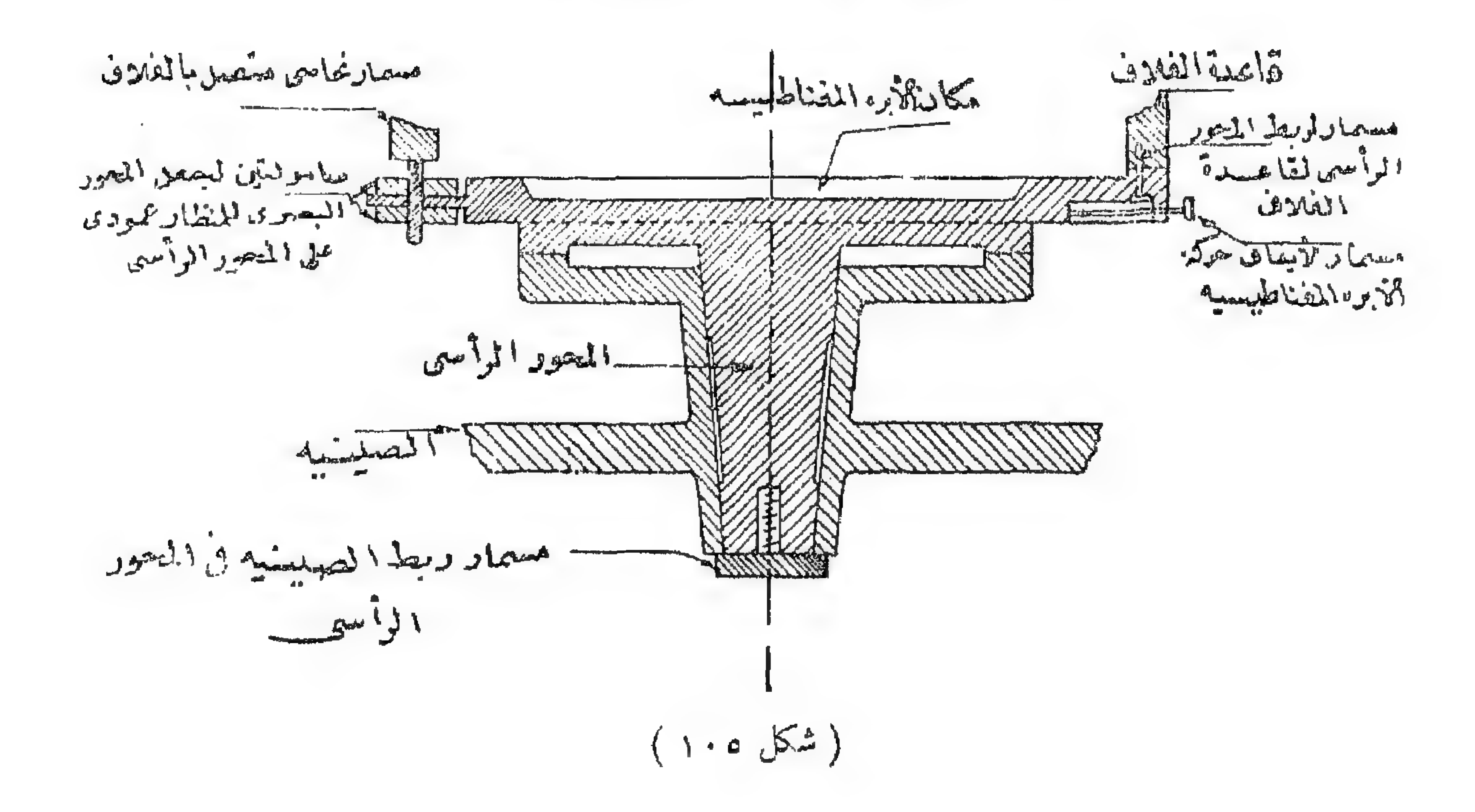
وهذان الطوقان محمولان على صينية أفقية مستديرة بداخلها أبرة مغناطيسية مغطاة بالزجاج تتحرك على قرص ويمكن بها تعيين خط الشمال وكذا تعيين الاتجاهات عند عمل ميزانيات فى اتجاهات خاصة كما فى الميزانية الشبكية — وترفع وتخفض هذه الأبرة داخل علبتها بواسطة مسمار جانبى يضغط عليه عند الاستعمال حتى تثبت الابرة . ويقابل هذا المسمار فى الجهة الأخرى من الصينية صامولتان لرفع وخفض أحد الطوقين وذلك عند تحقيق الميزان .

وتتصل الصينية من أسفلها بالمحور الرأسى للميزان وهذا مركب فى مركز قاعدة أفقية ذات ثلاثة مسامير مسواة تثبت فى تجاويف بأعلى أرجل الميزان وقت العمل .

ومن هذا ترى أن المنظار فى ميزان كوك غير متصل اتصالا ثابتا بالمحور الرأسى .

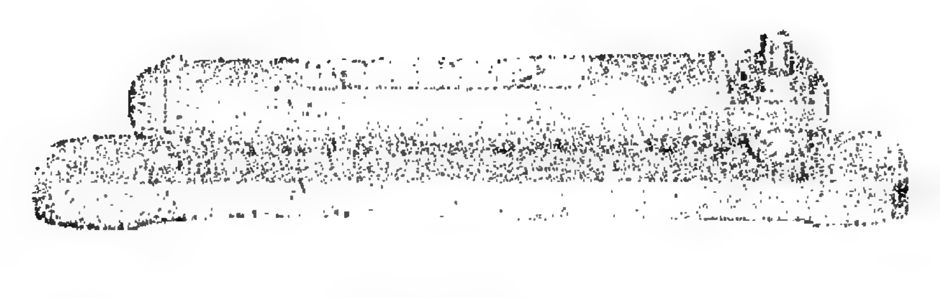
وفى أعلى المنظار وموازيا لمحوره يوجد ميزان روح التسوية الطولى لضبط أفقية الميزان ويتصل بأحد الطوقين إتصالا مفصليا وبالآخر بواسطة صامولتين لرفعه وخفضه عند التحقيق .

قطاع فى المحور الرأسى للميزان



(شكل ١٠٥)

ويتركب روح التسوية من أنبوبة زجاجية سطحها العلوى من الداخل منحن (جزء من محيط دائرة كبيرة جدا) ومملوءة تقريبا بالأثير أو الكحول مع ترك فراغ يسمى الفقاعة وبديهى أن تبقى الفقاعة دائما فى أعلى نقطة ولهذا فهى تكون فى المنتصف تماما إذا ما كان الميزان أفقيا — ولذا فقد قسم سطح روح التسوية — بخدوش على الزجاج — وعلى جانبى منتصفه إلى عدة أقسام —



(شكل ١٠٦)

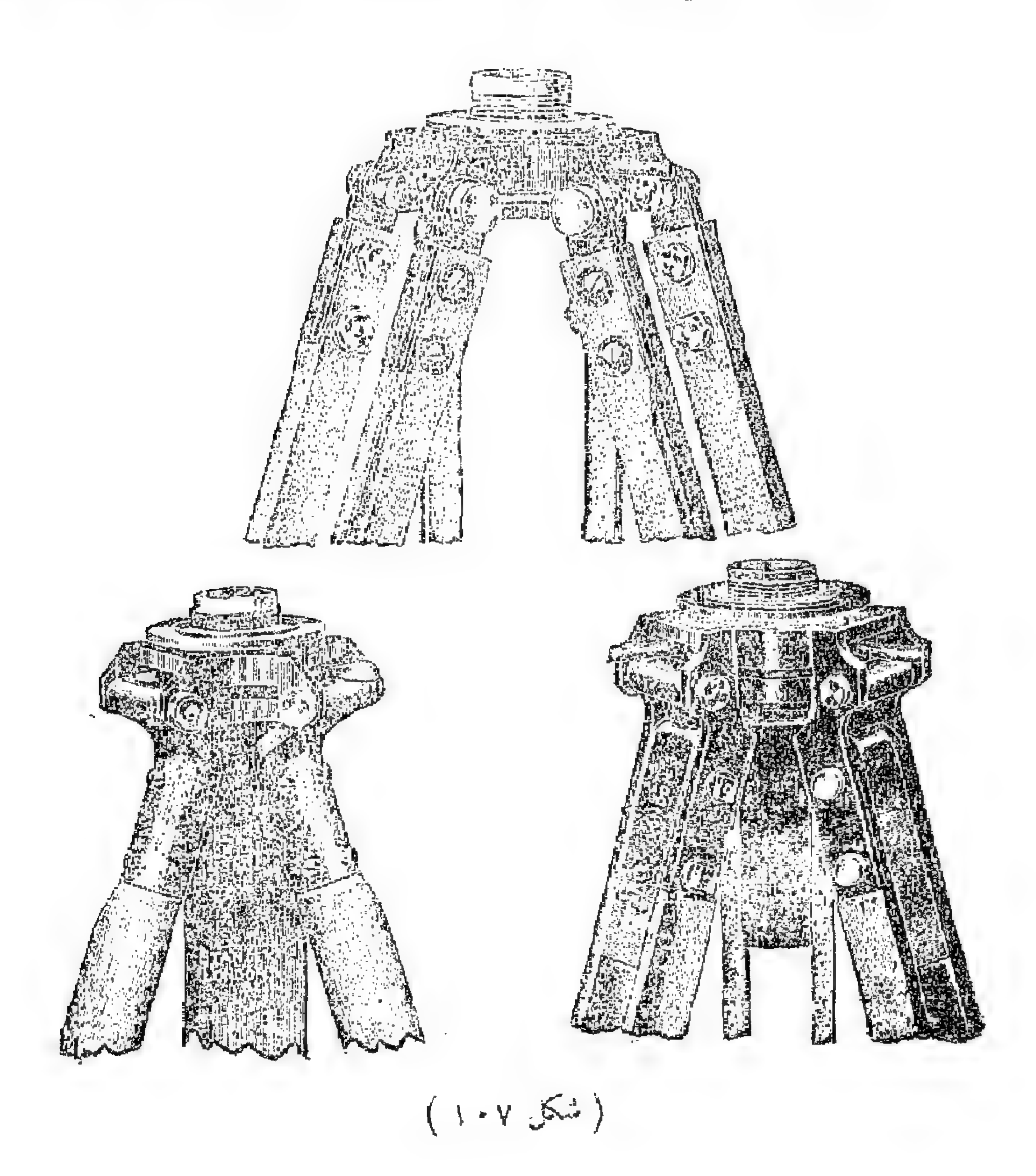
ولما كان طول الفقاعة عرضة للتغير بسبب تأثير الحرارة على السائل المجاور لها لذا وجب ضبط الفقاعة فى منتصف مجراها بالنظر إلى طرفيها دائما وجعلها على بعدين متساويين من مركز التقاسيم .

والخط المستقيم المماس لمنحنى روح التسوية وفى اتجاه محوره يسمى بمحور روح التسوية

وفى إحدى نهايتى روح التسوية الطولى هـذا وفوق الطرف الذى يتصل به اتصالا منفصليا يوجد روح تسوية آخر صغير عمودى عليه يستعمل فقط فى ابتداء ضبط الميزان للمساعدة على وضعه أفقيا فى اتجاهين متعامدين على أن يتم ضبطه بعد ذلك بروح التسوية الطولى نقط لكبر نقاعته ووجود التقاسيم به .

٣ — حامل الميزان :

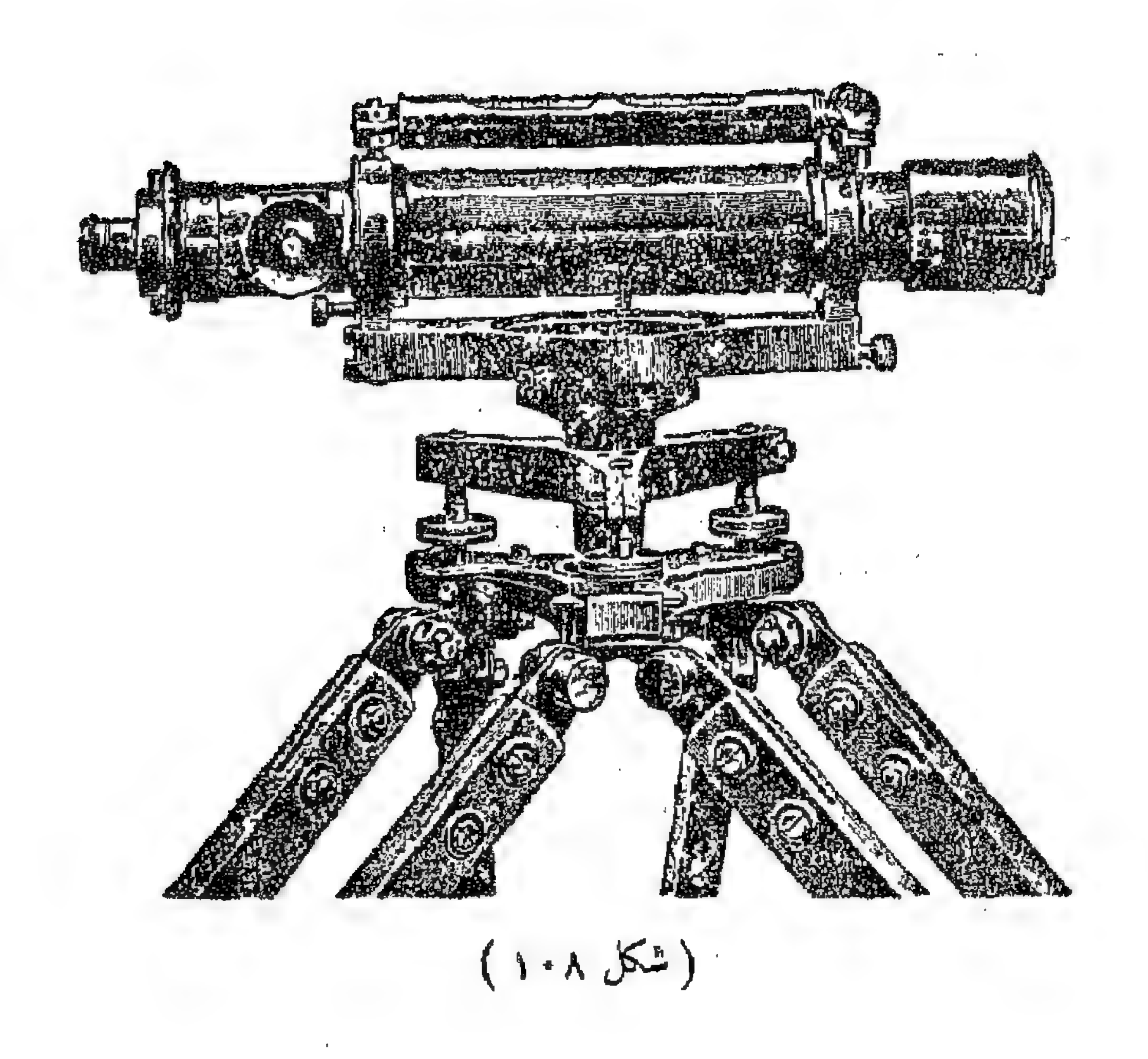
ويتركب من ثلاث أرجل كل منها مدببة فى أسفلها ومجهزة بخروط من الحديد لسهولة تثبيتها فى الأرض وقت العمل — وتتصل هذه الأرجل من أعلاها اتصالا منفصليا برأس معدنية بها ثلاثة ثقوب تركب فيها المسامير المحواة الثلاثة الموجودة بأسفل غلاف المنظار وذلك وقت



(شكل ١٠٧)

العمل — وقد تكون رأس الحامل على هيئة أسطوانة مجوفة محواة تركب عليها اللاقم وهذا النوع له غطاء يركب على القلاووظ بعد الانتهاء من العمل لحفظه من الصدأ كما أن أرجل الميزان تُضم إلى بعضها بعد الرصد وتربط على هيئة حزمة بواسطة سير من الجلد مثبت بأحداها وذلك حفظا لها ولسهولة حملها .

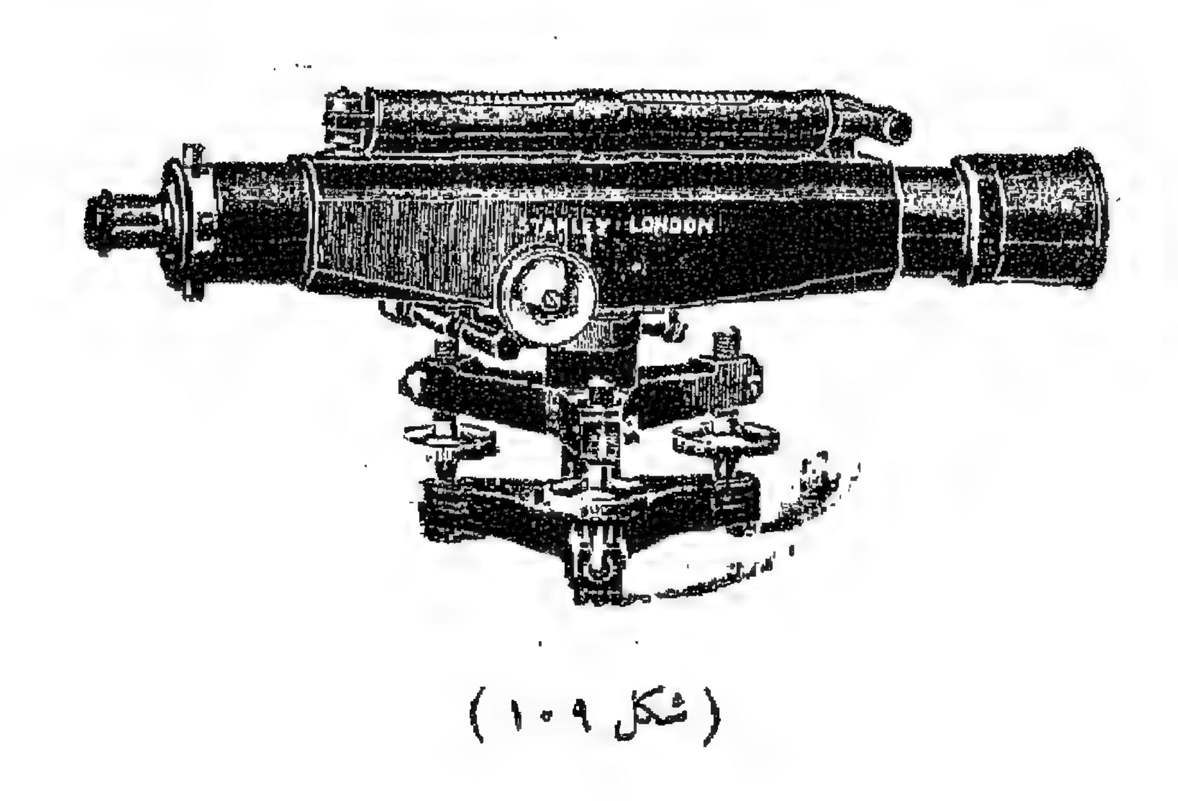
وجميع الأجزاء الثلاثة التى يتكون منها ميزان كوك — وهى المنظار والغلاف والحامل تكون شكلا عاما للميزان كما يلى :



(شكل ١٠٨)

ميزان دمبى :

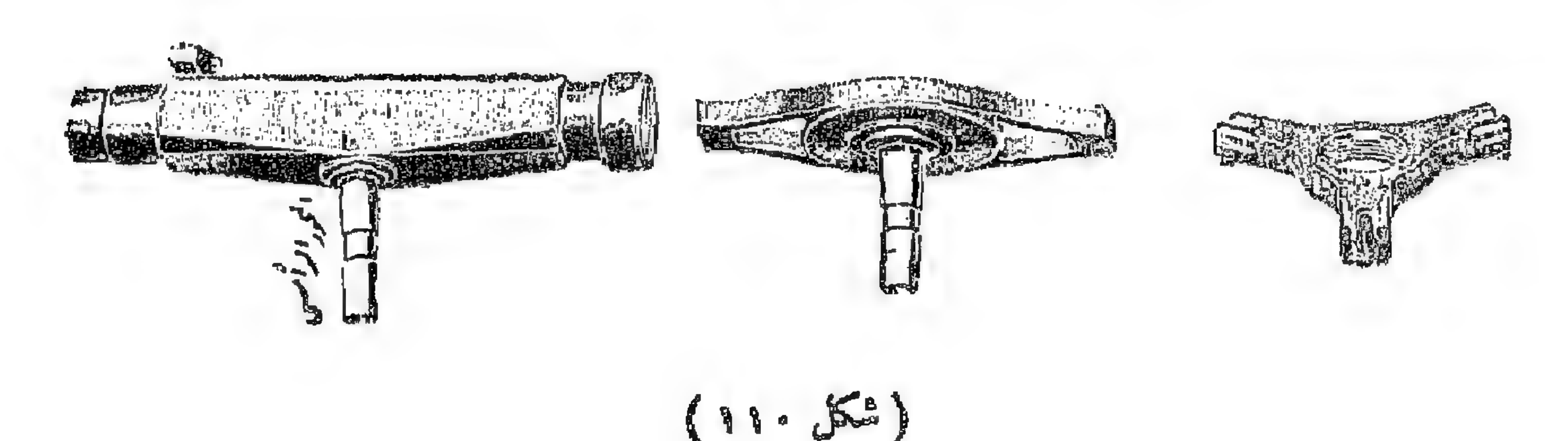
ولا يختلف عن ميزان كوك إلا فى أن المنظار يتصل اتصالا معدنيا بالمحور الرأسى للميزان مع مراعاة تعامده مع المنظار دائما وعدم اختلال هذا الشرط إلا إذا تعرض الميزان للصدمات



(شكل ١٠٩)

الشديدة . وهذه الخاصية فى التركيب تجعله يفضل ميزان كوك من حيث كونه قويا متماسك الإجزاء وذا حيز معقول لصغر ارتفاعه وخفيف وزنه مما يسهل معه حمله أو استعماله كما أن

تعامد محوره الرأسى مع منظاره تعامدا دائما يغنى الراصد من إجراء هــذا التحقيق كما فى ميزان كوك — وبسبب تماسكه أطلق عليه الوصف دمى



(شكل ١١٠)

كما يخالف أيضا عن ميزان كوك فى أن ماســورة العينية هى الصغرى ولذا فهى التى تتحرك داخل ماسورة الشيئية لتوضيح صورة المرئى (وذلك بعكس ميزان كوك) .

وفيما عدا ذلك فهو يشبه ميزان كوك من حيث بقية الأجزاء وتكوين الصورة.

هذان هما النوعان الشائعان فى الاستعمال من الموازين على أن هناك أنواعا أخرى منها :

(١) ميزان واى —وهو قديم وأصبح نادر الاستعمال وأجزاؤه الأصلية لا تختلف عما سبق وسمى كذلك لأن الحاملين الرأسيين للمنظار يتشعبان على هيئة الحرف Y .

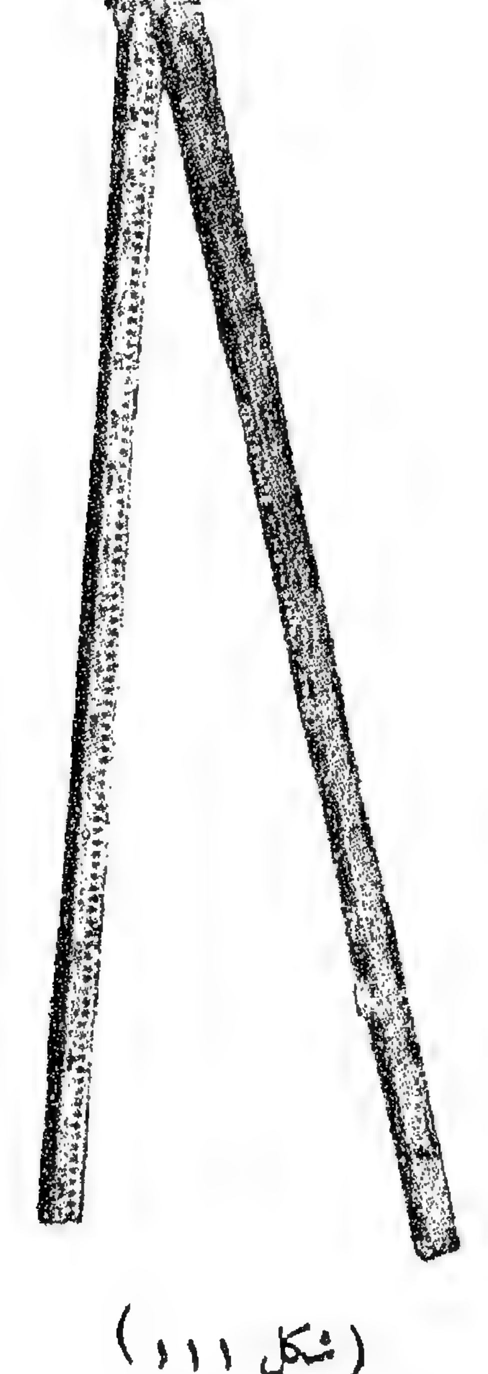
(٢) ميزان زايس — سمى باسم مخترعه الهر زايس — دقيق جدًا ويستعمل للميزانيات الدقيقة .

(٣) ميزان وات زايس — وهو ميزان زايس صنعــه المستر وات وسماه باسمه بعد تحسين فيه بجعله قطعة واحدة أصلح للعمل مع محو كل مسببات الخطأ فيه وإضافة ميكرومتر لضبط روح التسوية عند العمل .

(ثانيا) القامات

القامة هى المسطرة التى توضع فوق النقط المراد معرفة مناسيبها حيث تقرأ بالميزان . وهى فى مختلف أنواعها عبارة عن قطعة خشبية بسمك بسيط حوالى ١٫٥ سم وعرض مناسب من ٧ — ١٥ سم وطول يختلف باختلاف نوعها من ١٫٥ الى ٤ متر ومقسمة من أحد وجهيها الى سنتيمترات وديسمترات وأمتار والمعتاد أن تكتب الأعداد الدالة على الأمتار بالأحمر

أما الدالة على الديسمترات فبالأسود ولا تكتب للسنتيمترات أرقام اكتفاء بتغيير لونها من الأسود إلى الأبيض لكل سنتيمتر على التوالى مع وضع كل خمسة سنتيمترات منها على جانب — وقد تختلف هذه التقاسيم اختلافا بسيطا حسب كل نوع منها — كما مُيزت أرقام الديسمترات الواقعة بعد المتر الأول من القامة بنقطة واحدة فوق كل منها وذلك حتى المتر الثانى ونقطتين فوق كل منها بين المتر الثانى والثالث وثلاث نقط فيما بعد المتر الثالث حتى نهاية القامة وذلك تسهيلا للقراءة وعدم الخطأ فى الأمتار .



(شكل ١١١)

والقامات المستعملة بمصر على ثلاثة أنواع . أكثرها شيوعا "القامة الفرنساوى" وهى المبينة بالشكل وطولها ٤ أمتار تتركب من نصفين متصلين بعضهما ببعض بمفصلة حيث يطبق كل نصف على الآخر (تطابق الأوجه المكتوبة على بعضها) حفظا لها عند عدم الاستعمال . وعند فرد الجزأين يثبتان ببعضهما بقطعة معدنية متحركة أحد طرفيها مثبت فى أحد الجزأين بينما يربط طرفها الآخر فى نصف القامة الثانى بمسمار وعاقدة (صامولة) لتثبت القائمة بعد فردها طول مدة العمل . كما أن للقامة مقابل نهاية المتر الأول من تقاسيمها مقبضين من الحديد مثبتين بكل من جانبيها للمساعدة على إمساكها منهما أثناء العمل وضبطها فى وضع رأسى .

كما أن هناك نوعين آخرين من القامات وإن قل استعمالها الآن أولها "القامة المنزلقة" وتتكون من نصفين ينزلق أحدهما فوق الآخر ويربطان ببعضهما أثناء العمل بالضغط على نقطة اتصالهما بواسطة مسمار وعاقدة (صامولة) والقامة مشابهة فى باقى أجزائها وتقاسيمها للقامة السابق شرحها . وثانيهما "القامة التلسكوبية" والمعروفة بالقامة الانكليزية وهى عبارة عن ٣ أجزاء طول كل منها حوالى متر ونصف تنزلق داخل بعضها إذ أن مقطع اثنين منها على هيئة متوازى مستطيلات مجوف يسمح بانزلاق الجزء الآخر داخله وهى مقسمة إلى أمتار وديسمترات وسنتيمترات ويلاحظ أن تقاسيم كل جزء من أجزائها الثلاثة متسلسل مع تقاسيم الجزء الواقع أسفله بحيث تكون هذه التقاسيم مسلسلة على القامة عند فردها ويتصل كل جزء بالآخر بطريقة

ميكانيكية بواسطة ألوى (يايى) يربطهما ببعضهما وقت الفرد وعند الانتهاء من العمل يدخل كل جزء داخل الآخر بالضغط البسيط عليه ويمتاز هذا النوع من القامات بصغر حجمه وسهولة حمله.

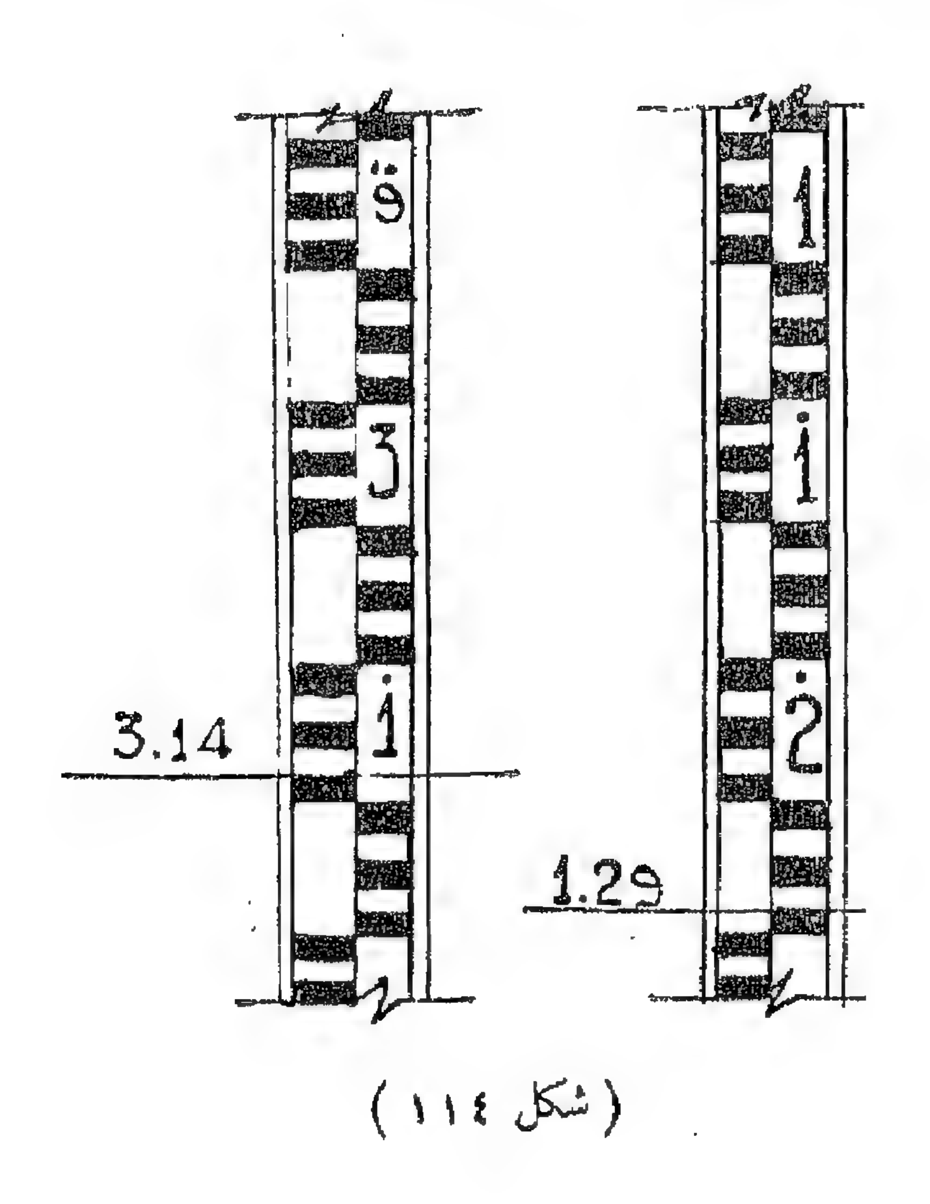
كيفية قراءة القامة :

يحسن قبل البدء فى العمل أن يقوم الراصد بفحص القامة التى سيستعملها لمعرفة طريقة كتابة تقاسيمها فقد تكتب الأعداد الدالة على الديسمترات فى بعض القامات فى منتصف المسافة الدالة عليها بينما قد تكتب عند النهاية السفلى لهذه المسافة فى البعض الآخر كما يجب مراعاة فرد القامة فردا تاما ودقيقا خصوصا فى النوعين المنزلق والانجليزى .

وعند قراءة القامة توضع فوق النقطة المراد معرفة منسوبها مع ملاحظة وضع مبدأ التقاسيم (الصفر) على الأرض والتقاسيم متجهة الى أعلى كما يراعى أن تكون القامة فى وضعها رأسية تماما. ثم تقرأ القراءه المنطبقة على الشعرة الوسطى للميزان وهذه القراءة تتكون من ثلاثة أرقام أولها هو الرقم الصحيح الدال على الأمتار ثم الرقم العشرى الأول ويدل على الديسمترات بينما يدل الرقم العشرى الثانى على السنتيمترات . فاذا كانت القراءة فى حدود المتر الأول فانه يلاحظ أثناء القراءة عدم وجود أية نقطة فوق رقم الديسمترات وحينئذ يكتب صفر مكان الرقم الصحيح أما إذا وجدت نقطة واحدة فوق رقم الديسمتر فيكتب ١,٠٠ — وإذا كانت نقطتان يكتب ٢,٠٠ وإذا كانت ثلاث نقط يكتب ٣,٠٠ ثم يكتب العدد الدال على الديسمتر (٠,٣ مثلا) فى خانة الرقم العشرى الأول ثم تعد بعد ذلك السنتيمترات الواقعة بين الشعرة ومبدأ الديسمتر السابق قراءته وتكتب فى الرقم العشرى الثانى (٠,٣٤ مثلا) وفى الشكل المبين لو انطبقت الشعرة مثلا على الوضع الأول تكون القراءة ١,٢٩ ولو انطبقت على الوضع الثانى تكون القراءة ٣,١٤ وهكذا . . .

(شكلى ١١٢ و ١١٣)

وقد يحدث عند رصد بعض النقط المنخفضة ألا تكفى القامة بكامل طولها للقراءة فمن المعتاد فى مثل هذه الأحوال أن توضع القامة فوق قطعة من الخشب الاعتيادى ذات طول معلوم تسمى رقعة ويضاف طولها المعلوم الى قراءة القامة .



(شكل ١١٤)

ضبط الميزان

للميزان ضبطان أولهما يسمى المؤقت والثانى يسمى الدائم .

(أولا) الضبط المؤقت :

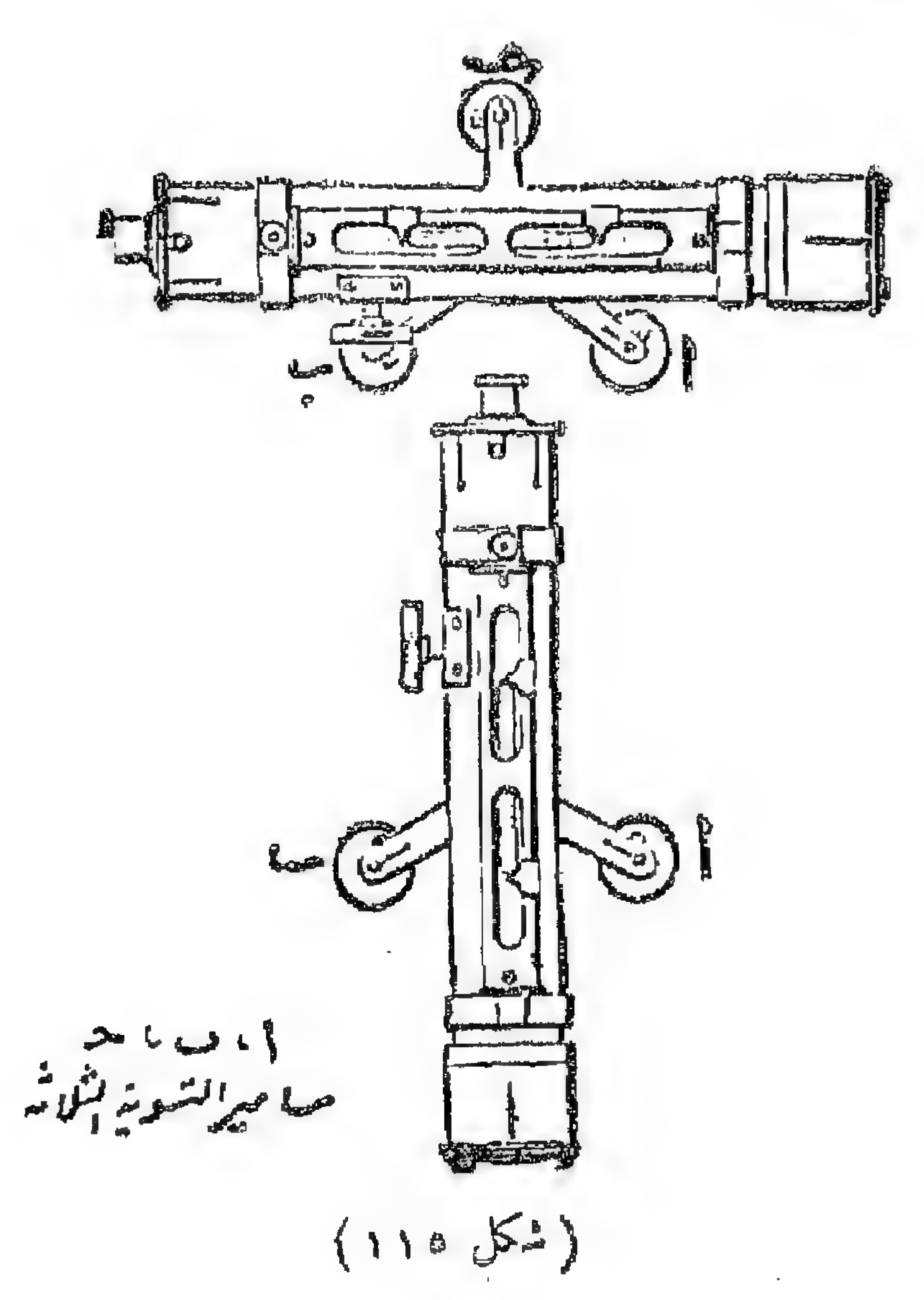
وهو الذى يعمل دائما كلما أريد استعمال الميزان أو نقل الى وضع جديد وهو عبارة عن تثبيت الأرجل فى الأرض ثم وضع الميزان عليها وجعله أفقيا . والمفروض عند اجراء هذا الضبط المؤقت للميزان أن يكون ضبطه الدائم محققا .

ويجرى الضبط المؤقت بمراعاة جعل الميزان أفقيا بالنظر بواسطة تحريك أرجله لأن مسامير التسوية المعدّة لضبطه لا يسمح ارتفاعها القصير بجعله أفقيا إذا وضع الميزان مائلا ميلا كبيرا والمعتاد أن تمسك رجلان من أرجل الميزان الثلاثة باليدين كل رجل بيد وتترك الرجل الثالثة ثابتة فى مكانها بالأرض .

وبتحريك هاتين الرجلين إما إلى الداخل وإما إلى الخارج أو فى حركة دائرية مع النظر فى روح التسوية يمكن جعل الميزان افقيا بالتقريب وحينئذ تثبت الأرجل فى أماكنها نهائيا .

بعد ذلك يحرك المنظار حتى يكون موازيا لمسمارين من مسامير التسوية الثلاثة ثم يحرك هذان المسماران فى وقت واحد (كل مسمار بيد) وفى إتجاه واحد (أما إلى الداخل أو إلى الخارج) حيث يتعاونان فى سرعة ضبط روح التسوية لأنه فى الوقت الذى يرفع أحدهما طرف المنظار يخفض المسمار الآخر الطرف الثانى . ثم يدار المنظار حتى يصبح عموديا على وضعه الأول أى فى إتجاه المسمار الثالث ومنتصف المسافة بين المسمارين السابقين ويحرك هذا المسمار فى الإتجاه الذى يؤدى إلى ضبط روح التسوية .

تعاد هذه العملية مع تغيير إختيار المسامير حتى يصبح الميزان افقيا فى جميع أوضاعه مهما أدير وبذا يصبح مُعَدًّا للعمل .



(شكل ١١٥)

ومن خطوات الضبط المؤقت أيضا تحريك العينية حتى يمكن رؤية حامل الشعرات بما عليه من الشعرات أو الحدوش رؤية واضحة جدا ويختلف ذلك باختلاف درجة إبصار كل شخص. ثم تحرك الشيئية بواسطة مسمار التوضيح المثبت فى إحدى جانبى المنظار حتى ينطبق خيال القامة أو المرئى على حامل الشعرات تماما ويتم ذلك فى الوضع الذى ترى فيه الخيال (صورة القامة أو المرئى مقلوبة داخل المنظار) أوضح ما يمكن . ويمكن الناظر التأكد من ذلك بأن يحرك عينه فى حركة رأسية بسيطة أمام العينية فإذا أمكنه أن يقرأ أكثر من قراءة واحدة بهذا التحريك فيكون الخيال لم يتم ضبطه فى الوضع المضبوط ويجب حينئذ أن يعاد تحريك مسمار التوضيح حركة بطيئة مع استمرار النظر المتحرك إلى أن يتم الوضع الذى تقرأ فيه قراءة واحدة ومعنى ذلك انطباق خيال القامة انطباقا تاما على الشعرات .

(ثانياً) الضبط الدائم :

ولا يعمل غالباً إلا فى فترات طويلة كلما تعرض الميزان بأجزائه لحرارة عالية أو الحمالة أو إساءة الاستعمال ويعرف احتياج الميزان إلى إجراء هذا الضبط إذا كانت نتائج الميزانية تثبت عدم صحة العمل مع عدم وجود أخطاء فى الحساب أو الرصد ويكون الميزان إذن هو المصدر الوحيد للخطأ .

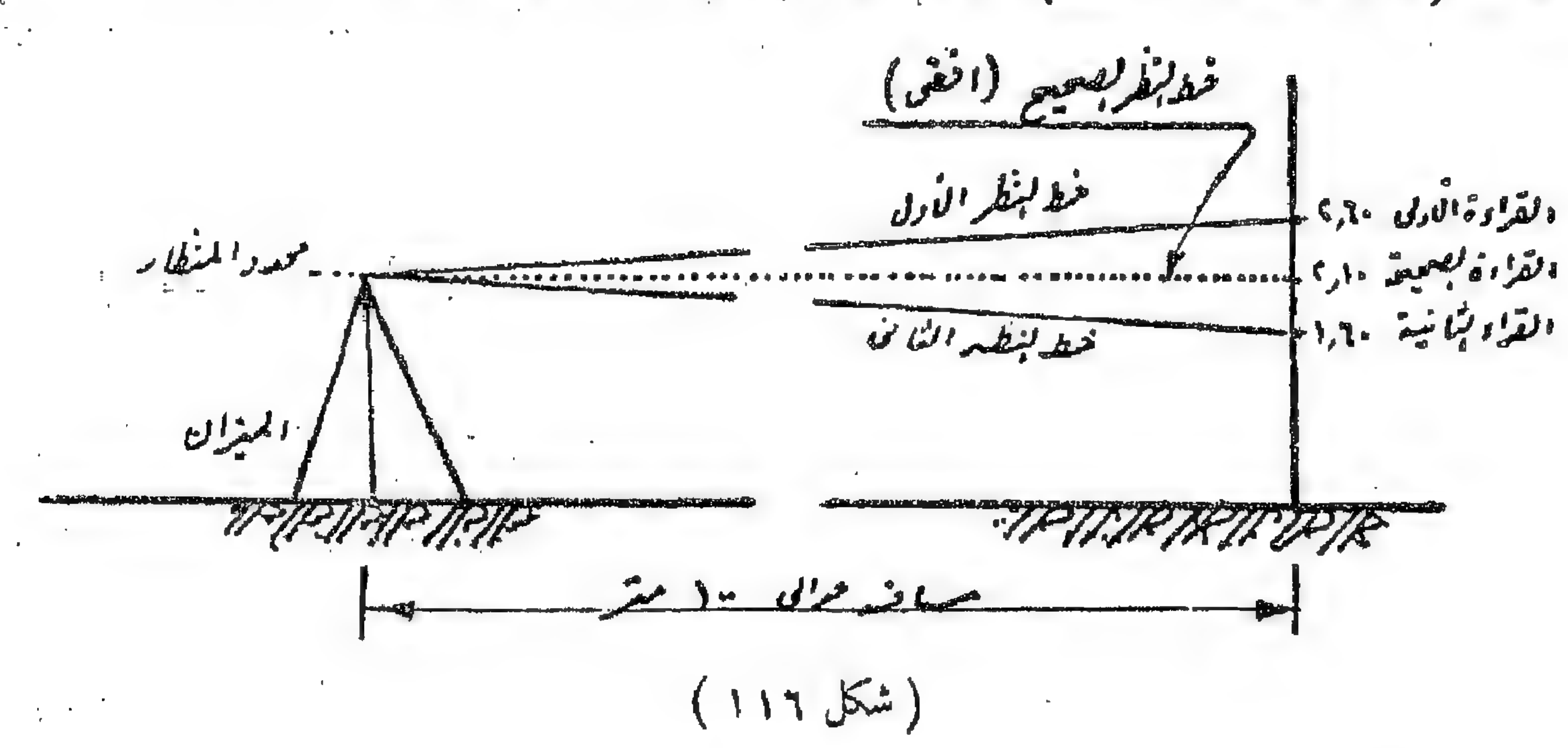
وتنحصر هذه الأخطاء فى الآتى :

١ — عدم انطباق المحور البصرى على المحور الهندسى .

والمحور البصرى هو الخط الواصل من مركز الشيئية ونقطة تقاطع الشعرة الوسطى الأفقية بالشعرة الرأسية والمحور الهندسى هو المحور الحقيقى للتلسكوب الواصل بين مركز الشيئية ومركز العينية .

وترجع ضرورة إجراء هذا الضبط إلى أن الضبط الآلى للميزان يؤدى إلى جعل محوره الهندسى أفقياً ويجب أن يكون المحور البصرى الذى تؤخذ عليه القراءات منطبقاً على المحور الهندسى حتى يكون أفقياً أيضاً وتصبح بذلك جميع القراءات التى تؤخذ من وضع واحد للميزان فى مستوى أفقى .

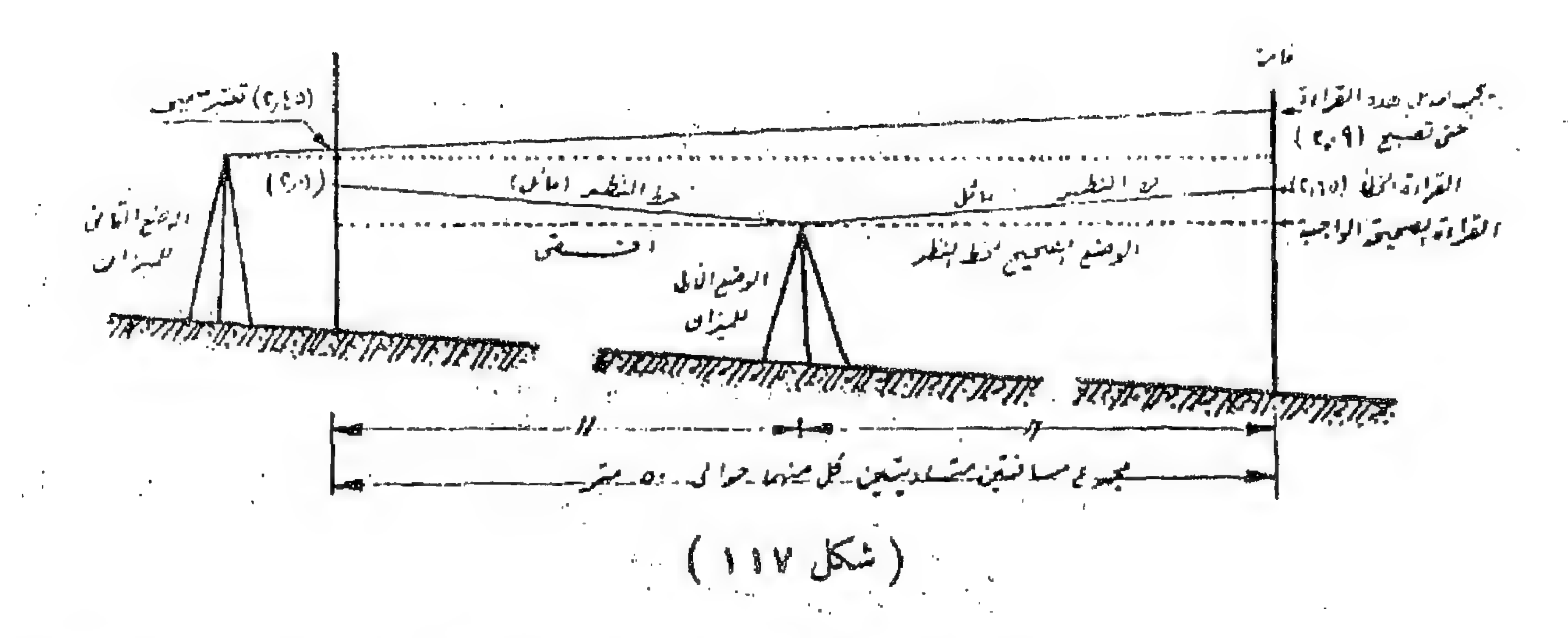
ويختبر وجود هـذا الخطأ من عدمه فى ميزان كوك بالرصد على قامة تبعد عن الميزان بُعداً مناسباً (حوالى ١٠٠ متر) وتقرأ ثم يفك المسمار المثبت للتلسكوب فى غلافه ويخرج ثم يدار التلسكوب (وهو داخل الغلاف) حول محوره الأفقى ١٨٠° وتعاد قراءة القامة فإذا كانت هى



(شكل ١١٦)

نفس القراءة السابقة كان الميزان خالياً من هذا الخطأ . أما إذا اختلفت القراءة الثانية عن الأولى فيحرك حامل الشعرات إلى أعلى أو إلى أسفل بفك أحد المسمارين العلوى أو السفلى (وكذا المسامير الجانبية إن وجدت) ثم الربط على المسمار الآخر إلى أن تقرأ على القامة قراءة تساوى متوسط القراءتين الأولى والثانية وتعاد هذه العملية حتى يتم تلاشى هذا الخطأ تماماً

أما فى ميزان دمبى فنظرا لأن التلسكوب مثبت فى غلافه الخارجى ولا يمكن إدارة المنظار حول محورة كما سبق ذكره فى ميزان كوك لذا فان معرفة هذا الخطأ وتصحيحه يتم بوضع قامتين على مسافة مناسبة من بعضهما (١٠٠ متر) مثلا ثم يوضع الميزان فى منتصف المسافة بينهما وتقرأ كل منهما ويعرف الفرق بين القراءتين . ثم ينقل الميزان ويوضع خلف أحدى القامتين مباشرة وتقرأ كل منهما ثانية ويعرف الفرق بين القراءتين فى هذا الوضع . فإذا تساوى الفرق فى الحالتين كان الميزان خاليا من هذا الخطأ والا فيضبط حامل الشعرات بنفس الطريقة السابق شرحها فى ميزان كوك والميزان فى وضعه الأخير حتى يصير الفرق بين القراءتين فى الحالة الثانية مساويا



(شكل ١١٧)

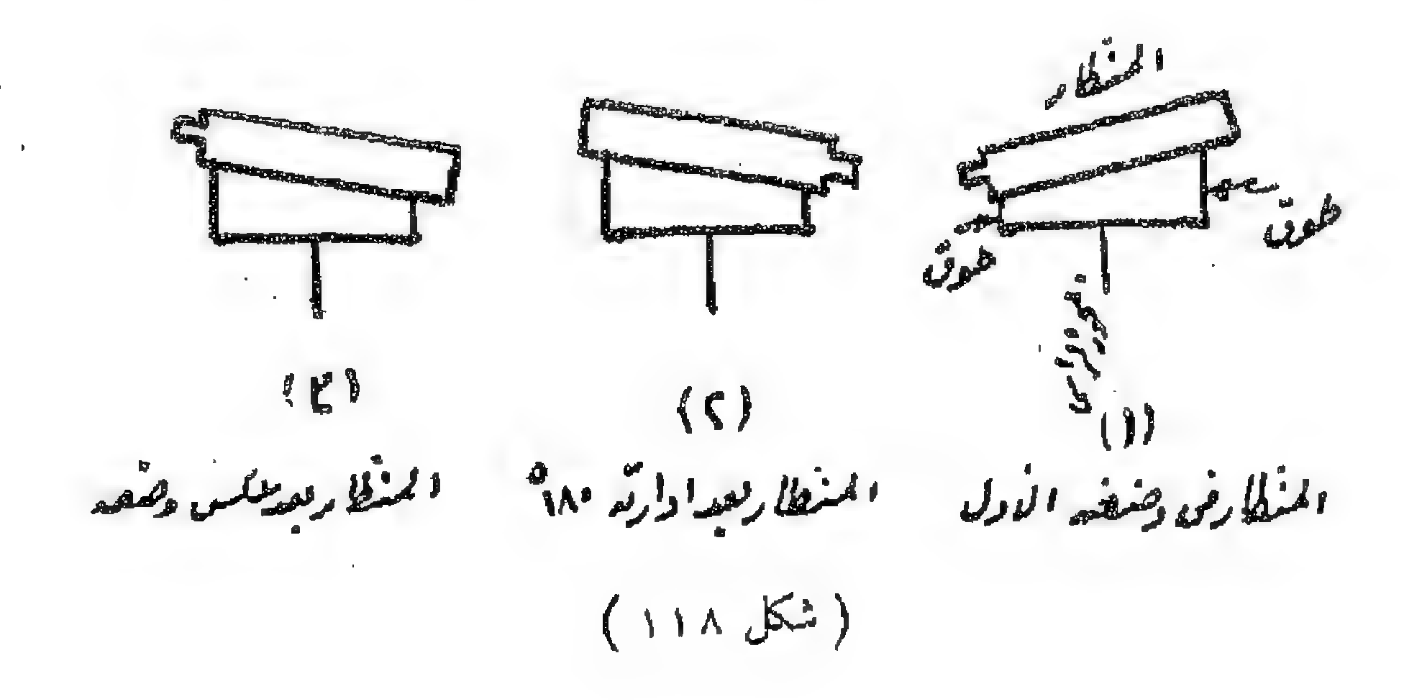
الفرق والميزان فى منتصف المسافة إذ أن الفرق بين القراءتين يكون صحيحا والميزان فى منتصف المسافة بينهما مهما كان مختلا ولهذا تعتبر قراءة القامة المجاورة للميزان فى الوضع الثانى صحيحة وبمعرفة الفرق الصحيح من الوضع الأول يمكن استنتاج القراءة الصحيحة اللازمة على القامة الثانية حيث يحرك حامل الشعرات (يرفع أو يخفض) حتى نحصل على هذه القراءة الصحيحة .

٢ — عدم تعامد محور التلسكوب على المحور الرأسى للميزان :

وهذا الخطأ لا يوجد فى ميزان دمبى بسبب اتصال التلسكوب بالمحور الرأسى اتصالا ثابتا وتعامدهما اثناء صنع الميزان .

أ. فى ميزان كوك فيعرف وجود هذا الخطأ بوضع الميزان على بعد مناسب (١٠٠ متر) من القامة وتقرأ القامة ويفك المسمار المثبت للمنظار فى غلافه الخارجى ثم يسحب المنظار من غلافه ويدار هذا الغلاف فى حركة دائرية ١٨٠° ويعاد وضع المنظار داخله وضعا أفقيا (أى تكون الشعرة الأفقية موازية للمحور الأفقى للغلاف بالتقريب) ثم تقرأ القامة فى هذا الوضع فإن أعطت نفس القراءة الأولى كان الميزان خاليا من هذا الخطأ أما إذا اختلفت القراءة الثانية عن الأولى

فيصحح الميزان بفك احدى العاقدتين (الصامولتين) النحاسيتين الموضوعتين أفقيا على المسمار النحاسى المحوى (المقلوظ) الموصل أحد طوق الغلاف بالصينية مع الربط على الأخرى حتى يعطى الميزان قراءة تساوى متوسط القراءتين الأولى والثانية . وتتكرر هذه العملية إلى أن يتم الضبط .



(شكل ١١٨)

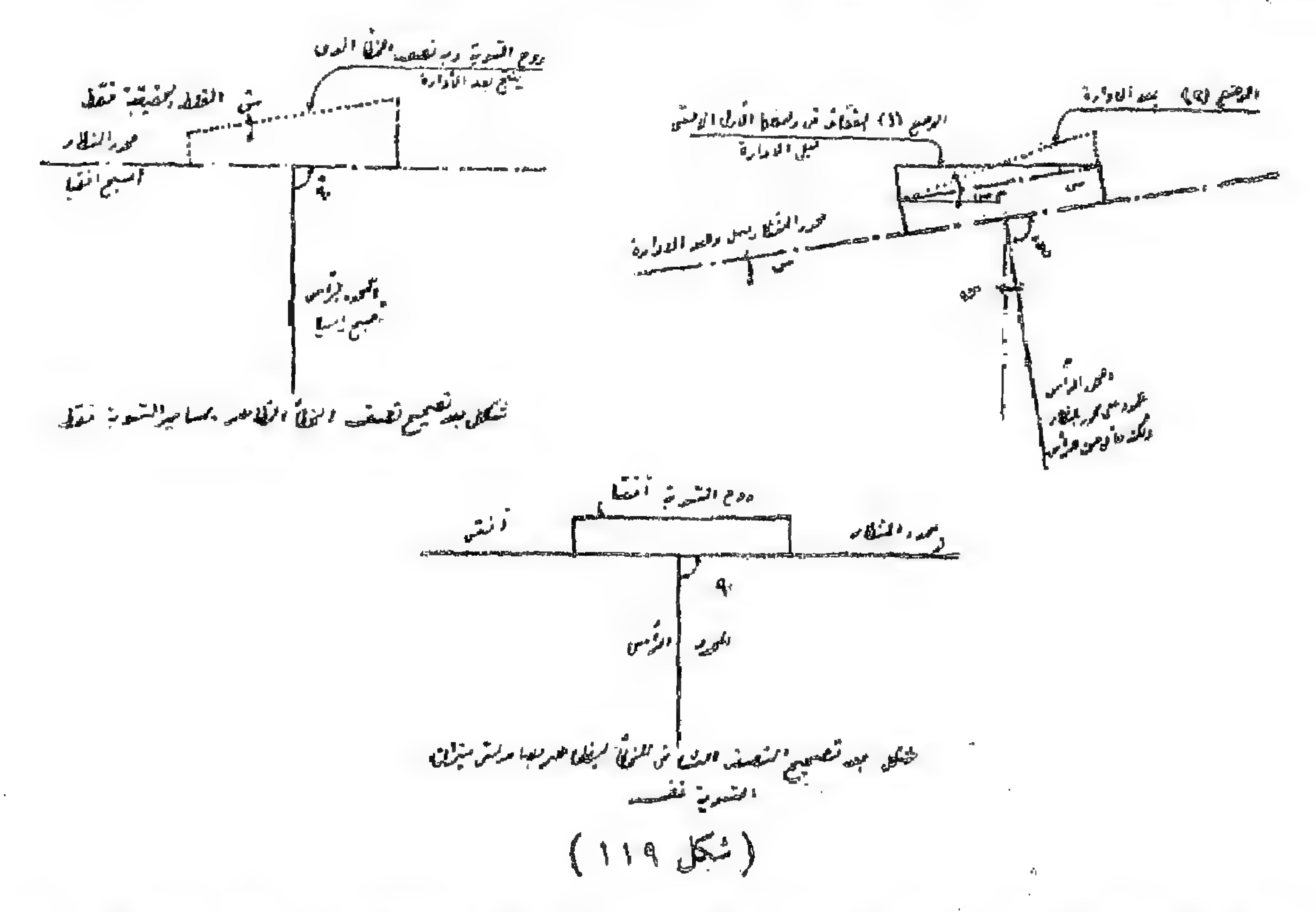
وليس من السهل على كل راصد القيام بتصحيح الخطأين السابق ذكرهما لما يحتاجه ذلك من دقة متناهيــة ومن المعتاد أن تقوم بعض الهيئات المختصة كمصلحة الطبيعيات بالقاهرة أو المحلات التى تشتغل بالتجارة فى مثل هــذه الموازين بتصحيحهما لما لديها من عمــال اخصائيين .

٣ — عدم توازى روح التسويه الطولى مع محور التلسكوب وبالتالى عدم تعامده مع المحور الرأسى للميزان :

ويحدث هذا فى كل من ميزانى دمبى وكوك وطريقة اصلاحه واحدة للنوعين

ويعرف وجوده بعدم بقاء الفقاعة فى منتصف التقاسيم الموجودة على زجاج روح التسوية عنــد إدارة المنظار دائريا فى مستوى أفقى وذلك بعد إتمــام عملية الضبط المؤقت بأن يوضع المنظــار موازيا لمسمارين من مسامير التسوية وتضبط روح التسوية أفقية بجعلها فى منتصف التقاسيم وبذلك يكون المنظار مائلا عن الأفق بزاوية "س" مساوية للفرق بين روح التسوية ومحور المنظار وبادارة المنظار بعد ذلك ١٨٠° تبعد الفقاعة عن منتصف روح التسوية بمقدار يعادل ضعف الغلطة الأصلية (أى تكون منحرفة فى وضعها الجديد رقم ٢ بمقدار زاوية ٢ س عن الأفق) .

ولذا يصحح نصف الخطأ بمسامير التسوية أى يدار مسمارا التسوية حتى ترجع الفقاعة نصف الفرق وبذلك يكون محور التسكوب قد عاد إلى الوضع الأفقى الصحيح وباقى الخطأ وهو المبين



(شكل ١١٩)

بانحراف الفقاعة هو مقدار الغلط المتبقى فى روح التسوية ويصحح بذلك إحدى العاقدتين (الصامولتين) النحاسيتين الموجودتين بنهايتى روح التسوية مع الربط على الأخرى حتى تصبح الفقاعة فى منتصف مجراها تماما .

وتتكرر هذه العملية حتى تبقى الفقاعة ثابتة فى مكانها مهما ادير الميزان بعد ضبطه ضبطا مؤقتا

الروبيرات

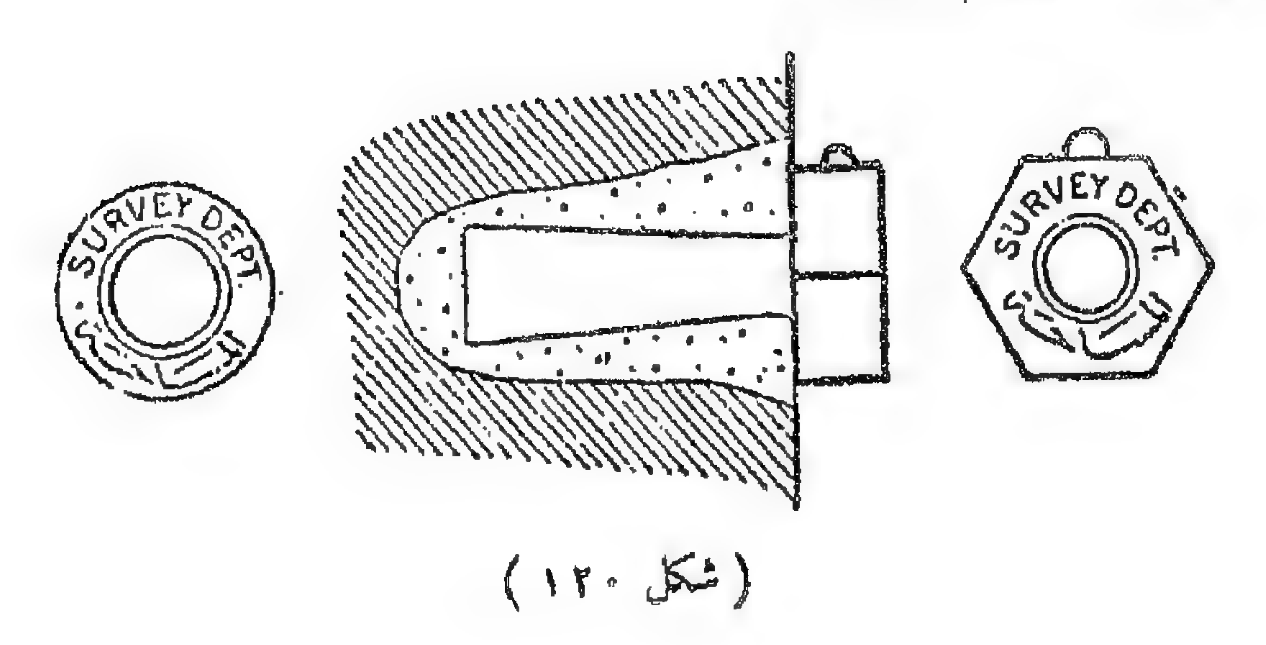
هى النقط الثابتة المعلومة المنسوب والتى يبدأ برصدها عند الابتداء فى عمل أية ميزانية .

وهى اما أن تكون روبيرات رسمية موضوعة بمعرفة مصلحة المساحة أو روبيرات محلية معروفة المنسوب كبعض النقط الثابتة مثل أسطح حدايد الملكية أو سطوح مبانى ثابتة كدراوى واكتاف القناطر والكبارى وما شابه ذلك والروبيرات الرسمية الموضوعة بمعرفة مصلحة المساحة على نوعين :

النوع الأول :

عبارة عن عاقدة (صامولة) مسدسة الشكل منقوش عليها كلمة " المساحة " مثبتة فى إحدى المبانى المتينة والثابتة وبأعلاها رأس مسمار نحاسى سطحه موضوع على المنسوب الذى يدل

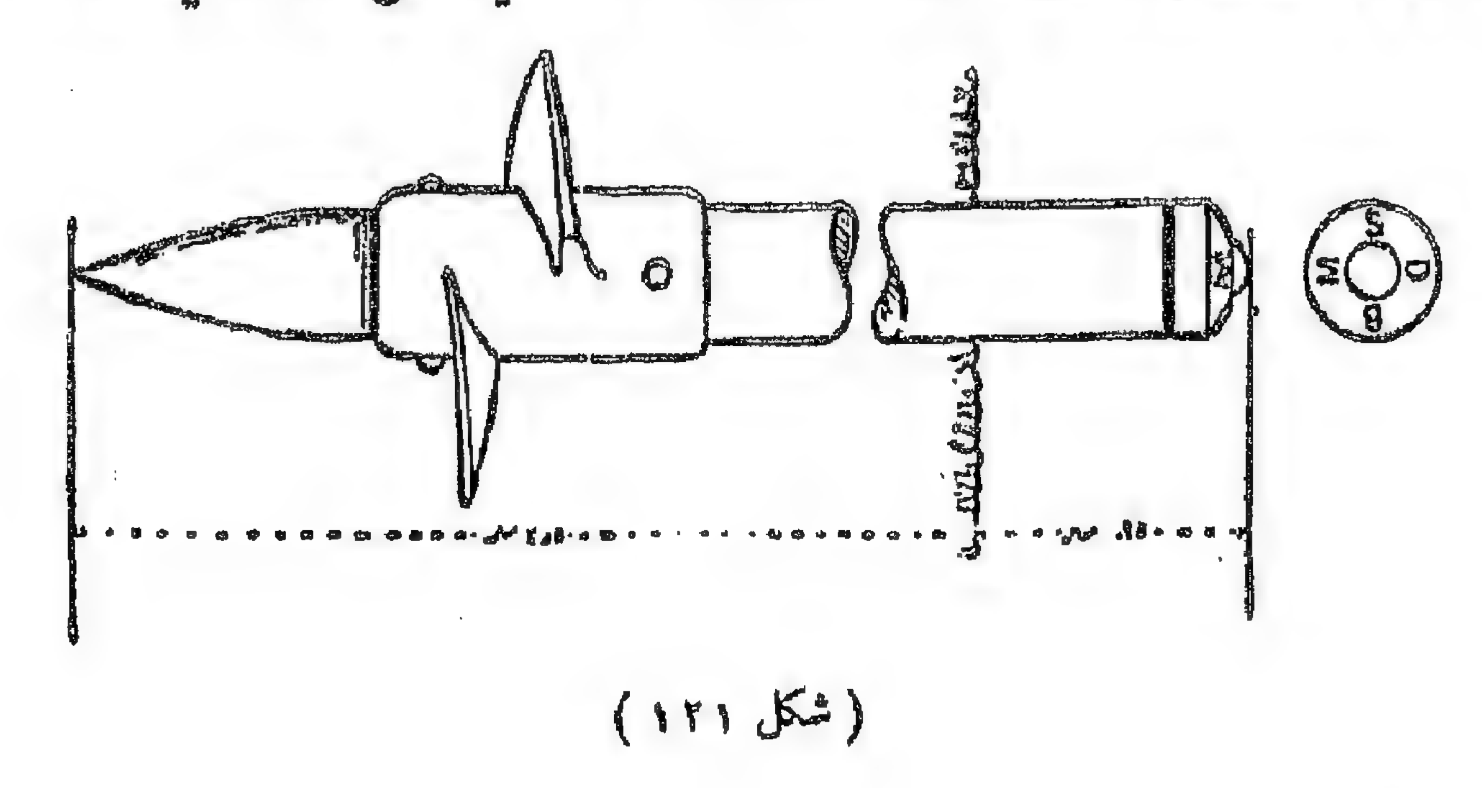
عليه الروبير وفوق هذا الرأس الصغير توضع القامة (يكتب على وجهها الأمامى نمرة الروبير كما بالشكل) وقد تكون مستديرة .



(شكل ١٢٠)

النوع الثانى :

عبارة عن ماسورة حديدية بطول ٢,٧٥ متر بقطر حوالى ٦ سم أسفلها مدبب وبه بريمة لضمان تثبيتها فى الأرض سطحها العلوى كروى مكتوب عليه ما يدل على أنه روبير مصلحة المساحة



(شكل ١٢١)

كما بالشكل كما أن به مسمارا صغيرا توضع عليه القامة كما فى النوع الأول . وتوضع هذه الروبيرات رأسية فى الأرض بكامل طولها تقريبا ما عدا حوالى ٢٥ سم من نهايتها العلوية تبقى ظاهرة وأغلب ما يوضع هذا النوع فى الأماكن التى لا توجد بها مبان ثابتة كجسور المصارف والسكك الزراعية وخلافها .

وجميع روبيرات مصلحة المساحة مسجلة فى دفاتر مطبوعة تبين مع كل من هذه الدفاتر نمرة كل روبير ووصفه مع تحديد موقعة لسهولة الاستدلال عليه مع ذكر منسوبه كما يوجد خرائط تبين مواقع ونمر هذه الروبيرات وذلك علاوة على أن معظم خرائط المساحية التى بمقياس $\frac{١}{٢٥,٠٠٠}$ ، $\frac{١}{١٠٠,٠٠٠}$ مبين عليها هذه الروبيرات ومناسيبها .

الفصل الثانى

أنواع الميزانية وكيفية عمل كل منها

أساس عمل جميع أنواع الميزانيات واحد وهو وضع الميزان بعد تثبيته فوق أرجله وضبطه ضبطا مؤقتا بفرض أنه مضبوط ضبطا دائما ثم وضع القامة فوق النقط المطلوب معرفة مناسيبها وقراءتها وتدوين هذه القراءات فى دفتر الميزانية بطريقة خاصة كما سيأتى بعد ومفروض أن يبدأ بوضع القامة على نقطة معلوم منسوبها كروبيرات مصلحة المساحة أو الروبيرات الخصوصية ليمكن منها معرفة منسوب خط النظر فى الميزان إذ بمعرفته يمكن استخراج مناسيب باقى النقط التى توضع فوقها القامة بطرح قراءة القامة فوق كل منها من منسوب خط النظر الذى يسمى منسوب سطح الميزان .

وتسمّى الميزانية تبعا للغرض الذى تعمل من أجله .

فاذا كان الغرض منها عمل (تشكيل) قطاع عرضى لمسقى أو ترعة أو مصرف أو طريق أو ما شابه ذلك فتسمى بالميزانية العرضية ويتم معظمها بوضع واحد للميزان إذا كان الروبير أو المنسوب الثابت قريبا ويمكن رؤيته من هذا الوضع أو كان طول هذا القطاع العرضى صغيرا ولا يزيد الفرق بين مناسيب أجزائه المختلفة عن ارتفاع القامة تقريبا ويطلق بعضهم على هذا النوع من الميزانية الذى لا ينقل فيه الميزان باسم الميزانية البسيطة لسهولة اجرائه .

وإذا كان الغرض من الميزانية عمل قطاع طولى على جسر أو قاع إحدى الترع أو المصارف أو للزراعة المجاورة أو الطريق أو ما شاكل ذلك فتسمى بالميزانية الطولية وتحتاج غالبا مثل هذه الميزانية إلى نقل الميزان كلما بعدت النقط المرصودة عن مكانه ويطلق بعضهم على هذا النوع من الميزانية أى الذى يحتاج إلى نقل الميزان بالميزانية المركبة .

وقد يستلزم الأمر غالبا عمل ميزانيات طولية وعرضية فى آن واحد كما فى حالة تطهير الترع والمصارف لامكان تصميم الترعة بمساعدة قطاعها الطولى ثم حساب مكعباتها من قطاعاتها العرضية .

أما النوع الثالث من أنواع الميزانية فهو المعروف بالميزانية الشبكية أو الكنتورية والغرض منه معرفة درجة اختلاف مناسيب سطح مساحة ما من الأرض لمعرفة أجزائها المرتفعة والمنخفضة لإمكان وضع الترع والمصارف فى أماكنها المناسبة كما تستعمل أيضا لمعرفة تكاليف تسوية سطحها إذا لزم الأمر وذلك بحساب مكعبات الحفر والردم فى أجزائها المختلفة .

وسنبين فيما يلى كيفية تشكيل قطاع عرضى وآخر طولى على ترعة :

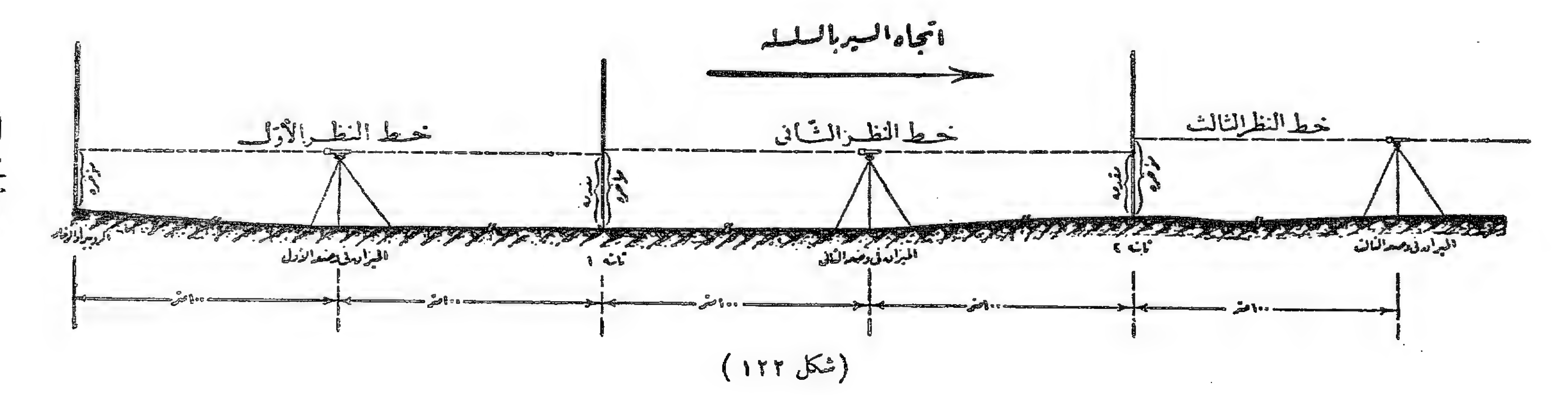
١ — كيفية تشكيل القطاع العرضى :

يلزم قبل إجراء ذلك البحث عن أقرب روبير مساحة أو خصوصى وعادة يستعان بالرخامات المدرّجة الموجودة فى أقرب قنطرة من قناطر الرى فإذا كان الروبير قريبا من موقع القطاع المطلوب تشكيله فينصب الميزان مباشرة فى مكان مناسب يمكن منه رؤية الروبير وكذا جميع نقط القطاع تفاديا من نقله كأن يكون على بعد لا يزيد على مائة متر أو مائة وخمسين مترا من الروبير حتى يمكن قراءة القامة عليه بوضوح وحوالى عشرة أمتار أو عشرين مترا من القطاع حتى يمكن مباشرة عمليـة قياس الأبعاد على القطاع وكذا وضع القامة فى مواضعها المناسبة أثناء التشكيل .

أما إذا كان الروبير بعيدا عن موقع القطاع بمسافة كبيرة فينصب الميزان على بُعْد من الروبير قدره مائة متر فى اتجاه موضع القطاع ويضبط ثم تقرأ القامة بعد وضعها على الروبير ويستخرج منسوب سطح الميزان فى هذا الموضع وتنقل القامة التى على الروبير وتوضع القامة ثانية على بعد مائة متر أخرى من الميزان فى اتجاه موضع القطاع وبذلك تكون على بعد ٢٠٠ متر من الروبير وتقرأ القامة عليها وتطرح قراءتها من سطح الميزان لينتج منسوب النقطة الموضوعة فوقها وتعتبر روبيرا مؤقتا وتسمى ثابتة إذ تبقى القامة ثابتـة عليها بينما ينقل الميزان إلى وضع ثان يبعد ١٠٠ متر منها فى اتجاه موضع القطاع ويضبط وتقرأ القامة التى فوق الثابتة ثانيا وتضاف القراءة إلى منسوبها لينتج منسوب سطح الميزان فى وضعه الجـديد فإذا كان الميزان فى موضعه الجديد قد قرب من موقع عمل القطاع لدرجة تسمح بتشكيله مباشرة فيشكّل من هذا الوضع وإلا تكرر العملية السابقة إلى أن يقترب الميزان من موضع القطاع وتسمى هذه العملية بالسلسلة أى سلسلة نقط ثابتة متباعدة عن بعضها بحوالى ٢٠٠ متر ابتداء من نقطة الروبير المعروف منسوبه حتى الوصول إلى أى نقطة يراد معرفة منسوبها ثم يبدأ بتشكيل القطاع العرضى على النحو الآتى :

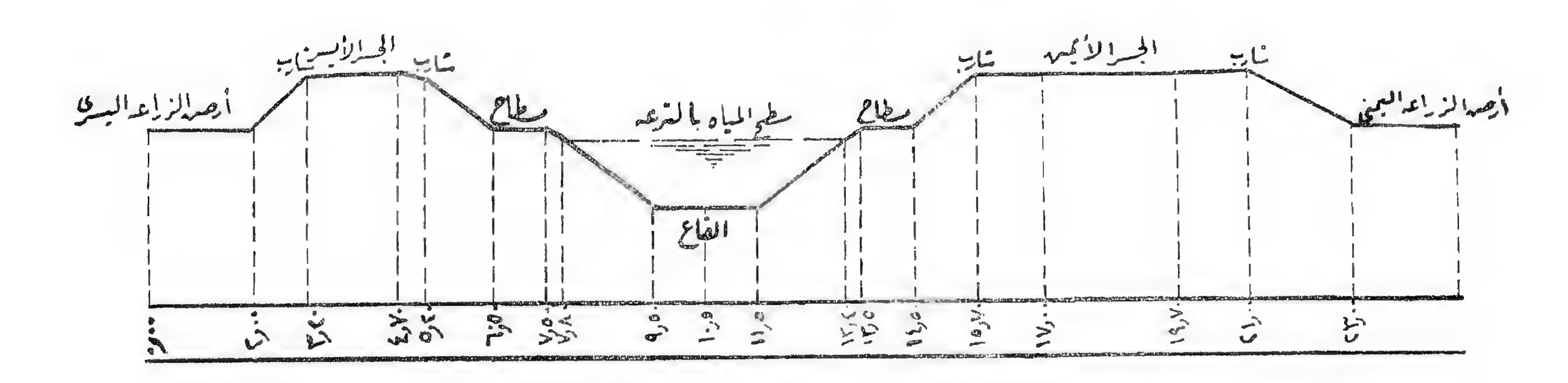
ينصب الشريط عموديا على الاتجاه الطولى للترعة عند الموقع المراد عمل القطاع العرضى عنده ويبدأ الشريط بصفره فى البر الأيسر للترعة فى أرض الزراعة على بعد حوالى ٣,٠٠ متر من جسرها ويُشدّ الشريط تماما فى وضع أفقى وقد يستعان بالشوك أو الشراخص لتثبيته فى محله وكما هو المعتاد يثبت بواسطة عاملين يمسك أولهما مبـدأ الشريط والثانى نهايته ويجب عدم تحرك أحدهما من موضعه فى أثناء التشكيل .

ثم تمسك القامة بواسطة عامل ثالث يكون مُلمّا بمعرفة القراءات على الشريط إذ يضعها رأسية فوق النقط مبتدئا من علامة الصفر على الشريط ومتنقلا بطول الجزء المفرود من الشريط على كل نقطة يحدث عندها تغير فى شكل ومناسيب القطاع وهى عادة :


اتجاه السير بالسلسلة
خط النظر الأول
خط النظر الثانى
خط النظر الثالث
نقطة ١
نقطة ٢

(شكل ١٢٢)

كيفية تشكيل قطاع عرضي على ترعة   مقياس الرسم $\frac{1}{100}$



أرض الزراعة اليسرى (صفر الشريط) ، نقطة اتصال الزراعة اليسرى بنهاية ميل الجسر الأيسر ، شارب الجسر الأيسر من جهة الزراعة اليسرى (تقابل سطحه مع ميله) ، نقطة على سور هذا الجسر ، الشارب الآخر لهذا الجسر من جهة الترعة ، تقابل ميله مع مسطاح الترعة إن وجد ، شارب الترعة (تقابل ميلها مع المسطاح) ، أول سطح المياه بالترعة (نقطة تقابل ميل الترعة مع سطح المياه) ، أول قاع الترعة ، منتصف القاع ، نهاية القاع ، ثم نقط متقابلة للنقط الأخرى من الجهة الأخرى (اليمنى) .

على أن الأساس فى اختيار هــذه النقط أن تكون عند كل تغيير فى القطاع حتى إذا رسمت تعطى الشكل الحقيقى للقطاع وتوصلا لنفس هــذا الغرض قد يحتاج الأمر إلى أخذ بعض نقط خلاف السابق ذكرها .

وأثناء وضع القامة عند كل من النقط السابقة يقوم العامل الحامل لها بقراءة بعدها على الشريط بصوت مرتفع ليمكن الراصد من كتابتـه فى خانة الأبعاد فى الميزانيــة ويبقى العامل فترة قليلة عند كل نقطة واضعا القامة رأسية فوقها بحيث تكون كتابتها مقابلة تماما للميزان لقراءتها والمعتاد ألا ينتقل هذا العامل من نقطة الى أخرى إلا بأمر الراصد بعد قراءته للقامة والإصطلاح المعتاد لهذا الأمر هو لفظ (غيّره) أى الانتقال الى نقطة غيرها .

وبذلك يتم تشكيل القطاع .

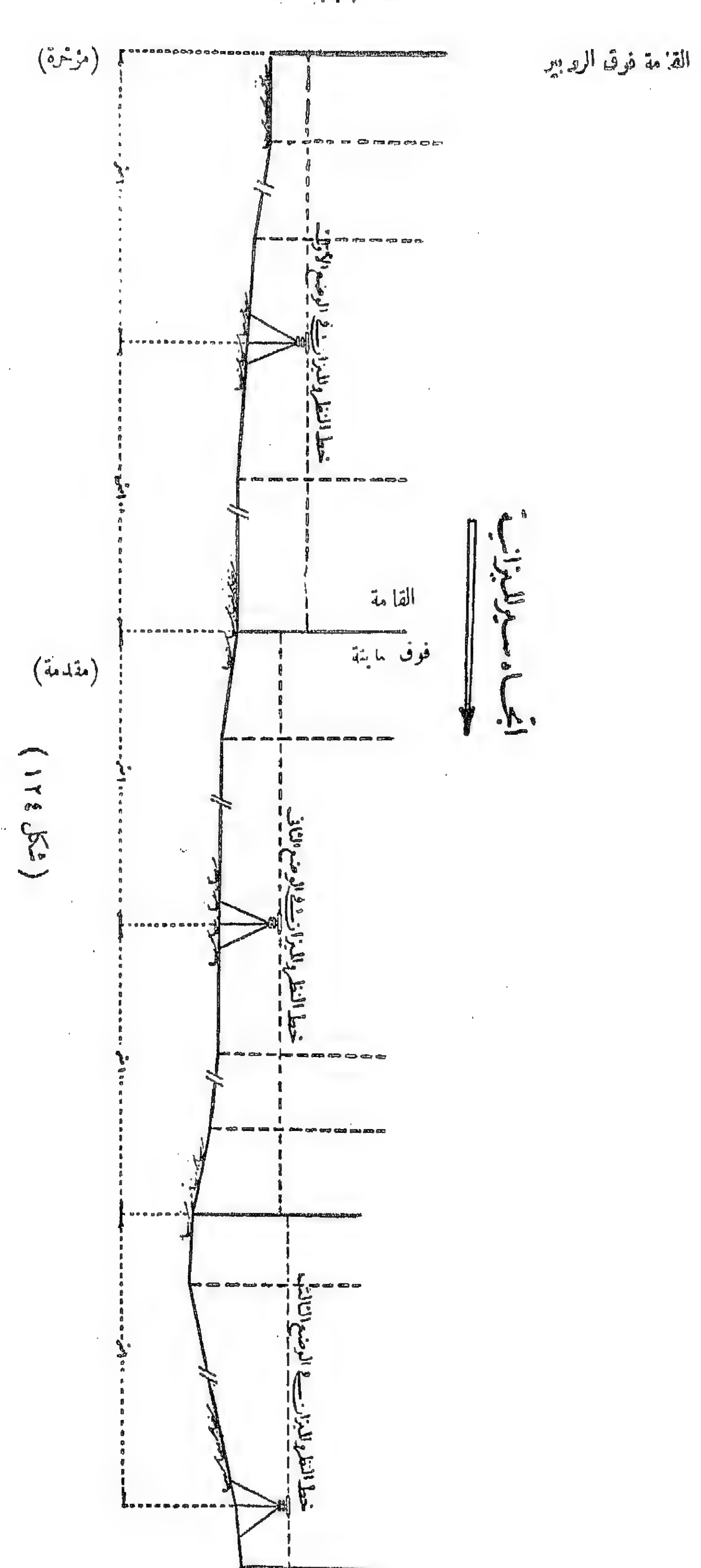
وقد يحدث أحيانا فى الترع الكبيرة ألا تقرأ النقط الواقعة بين ابتداء سطح المـاء من جانبيه ويكتفى بقراءة أعماق الميـاه فى نقطها المختلفة بواسطة القامة أو غيرها وهى ماتسمى "بالجسّات" حيث تستخرج مناسيب هذه النقط بطرح الجسّات من منسوب سطح المـاء .

وعلى الأساس السابق يمكن تشكيل أى قطاع عرضى آخر سواء كان على مصرف أو على طريق زراعى أو جسر سكة حديد أو على بركة أو ماشابه ذلك .

٢ — كيفية تشكيل القطاع الطولى :

الغرض من القطــاع الطولى هو بيـان الإختلافات من حيث الإرتفاع والإنخفاض للنقط المختلفة على طول الجزء المرغوب عمل ميزانية طولية له اذ يفيد ذلك فى حساب مكعبات التطهير أو الترميم أو الإنشاء أو غير ذلك .

وعند البدء فى عمل أى ميزانية طولية يبحث عن أقرب روبير فإن كان بعيدا عن مبدأ العمل تعمل ميزانية مسلسلة كالسابق شرحها لإيجاد ثابتة قريبة منه .


القامة فوق الروبير
(مؤخرة)
خط النظر للميزان في الوضع الأول
القامة
فوق مابة
(مقدمة)
اتجاه سير الميزان
خط النظر للميزان في الوضع الثاني
خط النظر للميزان في الوضع الثالث

(شكل ١٢٤)

يفرد الشريط أو الجنزير مبتدأ من المبدأ فى اتجاه القطاع المطلوب وفى الوقت نفسه ينصب الميزان على بعد ١٠٠ متر من المبدأ ويختار له مكان مناسب يمكن من قراءة ٢٠٠ متر طولية من القطاع ١٠٠ متر قبله ، ١٠٠ متر بعده وتوضع القامة على الروبير أو الثابتة وتؤخذ القراءة عليها وهى ماتسمى بالمؤخرة ثم تجمع على منسوب الثابتة المعروف لينتج منسوب سطح الميزان بينما توضع قامة أخرى على مسافة ١٠٠ متر من الميزان فى اتجاه القطاع أى على بعد ٢٠٠ متر من المبدأ على قطعة من الحديد تسمى الثابتة وتقرأ المقدمة إذ تطرح من سطح الميزان لينتج منسوب الثابتة ومن المعتاد كتابة هذه النقطة فى دفتر الميزانية على الخط الذى يلى الخط الذى كتب عليه منسوب الروبير وتبقى هذه القامة على الثابتة حتى يقرأ الميزان عليها المؤخرة بعد نقله إلى وضعه الثانى على بعد ١٠٠ متر أى ٣٠٠ متر من المبدأ والغرض من رصد المقدمة مباشرة قبل أخذ المناسيب المطلوبة على القطاع الطولى هو ضمان عدم حدوث أى اختلال بالميزان ولو كان بسيطاً لأهمية الثوابت فى العمل إذ يتوقف عليها ضبط الميزانية فى كامل طولها .

وفى الوضع الأول للميزان تؤخذ القراءات على المسافات المختلفة للقطاع للقامة المتوسطة التى توضع عند كل اختلاف فى المناسيب فى المسافة ما بين مبدأ القطاع الطولى والمائتى متر الأولى منه وتسمى القراءات فى كل من هذه النقط بالمتوسطات لهذا السبب .

ثم ينقل الميزان إلى الوضع الثانى على مسافة ١٠٠ متر من الثابتة أى ٣٠٠ متر من المبدأ ويتم به تشكيل المائتى متر التاليتين على النظام السابق بعد تعيين منسوب سطحه الجديد بجمع منسوب الثابتة على قراءة المؤخرة عليها وبذلك يتم تشكيل ٤٠٠ متر .

فإذا كان القطاع الطولى أكثر من ذلك تكرر العملية لباقى الطول .

وللتأكد من ضبط العمل وصحته ترصد عادة مناسيب أية روبيرات أو ثوابت معروفة تكون فى طريق العمل لمقارنة مناسيبها الأصلية المضبوطة بالمنسوب المستخرج من الميزانية كما يحسن الوصول فى نهاية العمل إلى رصد روبير أو ثابتة معروفة المنسوب وإن لم يوجد ذلك تؤخذ نقطة ثابتة معروف منسوبها للمساعدة فى عمل التحقيق الذى سيأتى شرحه .

تدوين الميزانية

لتسهيل وتنظيم كتابة وتدوين أعمال الميزانية يجب تقسيم الورقة التى ستكتب عليها الميزانية إلى أقسام لحصر كل نوع من أنواع القراءات فى خانة واحدة . ولما كان الغرض من جميع أعمال الميزانية هو الوصول إلى مناسيب النقط لذا كان من أهم الخانات التى يلزم وجودها خانة للمنسوب توضع تحتها مناسيب الروبيرات أو الثوابت وكذا مناسيب جميع النقط المتوسطة التى تكون القطاع فى مجموعها كما يكون هناك خانة للمسافات يكتب فيها مقابل كل نقطة بعدها عن أول نقطة فى الميزانية لضرورة ذلك عند الرسم والحساب . أما الخانات الباقية فتكون ثلاثة منها للقراءات على القامة إحداها خاصة للمؤخرات والثانية للمتوسطات والثالثة للمقدمات . كما توجد خانة لمنسوب سطح الميزان يكتب فيها منسوب سطحه كلما نقل إلى موضع جديد وهو الذى يستخرج بجمع قراءة المؤخرة على منسوب الثابتة عند كل وضع له كما توجد خانة للملاحظات تكتب فيها أى ملاحظة خاصة بأى نقطة مقابلة من حيث الموقع أو الوصف .

وأحسن ترتيب لهذه الخانات بالنسبة لبعضها هو الآتى :

سطح الميزان	مؤخرة	متوسطات أو جس	مقدمة	منسوب	مسافة	ملاحظات

كما يجب أن يُدَّون بأعلى الصفحة أو بخانة الملاحظات أى بيانات عن موقع القطاع من مبدأ العمل ونمرته وطوله وكذا تاريخ تشكيله .

(ا) كيفية تدوين ميزانية لقطاع عرضى :

ديوان الأوقاف المصرية الملكية

الكيلو ٣,٤٠٠ القطاع الخاص رقم ....

ملاحظات	مسافة	منسوب	مقدمة	متوسطات أو ب س	مؤخرة	سطح الميزان
رخامة الفم		١١,٠٤			١,٤٩	١٢,٥٣
	صفر	١٠,٤١		٣,١٢		
نقطة بالزراعة اليسرى	١,٠٠	١٠,٤٠		٢,١٣		
أول ميل الجسر الأيسر	٢,٠٠	١٠,٥٠		٢,٠٣		
شارب الجسر الأيسر	٣,٠٠	١١,٢٠		١,٢٣		
	٤,٠٠	١١,٢٠		١,٢٣		
	٥,٠٠	١١,٣٠		١,٢٣		
أول سطح المياه ...	٦,٠٠	١١,٠٠		١,٥٣		
جسيات	٧,٠٠	١٠,٢٠		٠,٨٠		
	٨,٠٠	٩,٧٠		١,٣٠		
	٩,٠٠	٩,٣٠		١,٧٠		
	١٠,٠٠	٩,٤٠		١,٦٠		
	١١,٠٠	١٠,٠٠		١,٠٠		
آخر سطح المياه... ...	١٢,٠٠	١١,٠٠		١,٥٣		
شارب الجسر الأيمن...	١٣,٠٠	١١,٥٠		١,٠٣		
	١٥,٠٠	١١,٠٠		١,٥٣		
	١٦,٠٠	١١,٥٢		١,٠١		
شارب الجسر	١٨,٠٠	١١,٤٨		١,٠٥		
بالميـــل...	١٩,٠٠	١١,٠٢		١,٥١		
أول الزراعة اليمنى ..	٢٠,٠٠	١٠,٤٧		٢,٠٦		
نقطة بالزراعة ايمنى ...	٢٣,٠٠	١٠,٤٥		٢,٠٨		

يوضح المثال المبين كيفية تدوين القراءات عند عمل قطاع عرضى ويلاحظ أن أول سطر كتب عليه منسوب الروبير وهو (١١,٠٤) فى خانة المناسيب وأمامه فى خانة الملاحظات وصف هذا الروبير وأول قراءة أخذت للقامة وهى فرق الروبير ومقدارها (١,٤٩) فى خانة المؤخرات على نفس السطر (حيث المعتاد أن يخصص سطر واحد لكل نقطة) ثم جمعت هذه القراءة ومقدارها (١,٤٩) على منسوب الروبير وهو (١١,٠٤) ووضع الناتج (١٢,٥٣) فى خانة سطح الميزان على نفس السطر أيضا .

ولما بدئ بتشكيل القطاع فعلا كانت أول نقطة هى الزراعة اليسرى فكتب بعدها (صفر) فى خانة المسافات وشرح أمامها فى الملاحظات أنها أرض الزراعة اليسرى ثم كتبت قراءة القامة وهى عليها ومقدارها (٢,١٢) على نفس السطر فى خانة المتوسطات، وطرحت القراءة المذكورة من منسوب سطح الميزان فنتج (١٠,٤١) وهو منسوبها ولذا كتب فى خانة المنسوب .

وتكرر هذا العمل لباقى النقط لغاية مبدأ المياه على بعد ٦ أمتار من أول قطاع حيث استنتج منسوبها (١١,٠٠) وهو منسوب سطح المياه بالترعة كما كتب أمامها فى خانة الملاحظات أنها أول خط المياه تمييزا لها وباقى النقط بعدها حتى نهاية المياه على بعد ١٣ مترا من أول القطاع لم تؤخذ للقامة قراءات بالميزان بل اكتفى بجس عمق المياه عند كل نقطة وكتابته مقابل النقط المشارة فى خانة المتوسطات أيضا وطرحت جميعها من منسوب سطح المياه وهو (١١,٠٠) حيث استخرجت مناسيب هذه النقط .

وتم تشكيل باقى القطاع فى البر الآخر بالكيفية نفسها كما هو موضح بالمثال المذكور .

(ب) كيفية تدوين ميزانية لقطاع طولى :

ميزانية طولية على ٤٠٠ متر من طريق زراعى .

سطح الميزان	مؤخرة	متوسطات أو جس	مقدمة	منسوب	مسافة مترا	ملاحظات
١٧,٦٩	١,٢١			١٦,٤٨		سطح حديدة مساحة رقم ٥١
			١,٣٥	١٦,٣٤		ثابتة تبعد ٢٠٠ متر من المبدأ
		١,٦٠		١٦,٠٩	صفر	
		١,٥٥		١٦,١٤	٣٠	
		١,٥٧		١٦,١٢	٧٠	
		١,٣٧		١٦,٣٢	٩٥	
		١,١٥		١٦,٥	١٢٠	
		١,٢١		١٦,٤٨	١٥٠	
		١,٤٠		١٦,٢٩	١٧٠	
		١,٥٢		١٦,١٧	٢٠٠	
١٧,٨٠	١,٤٦			١٦,٣٤		الثابتة السابقة
			١,٤٠	١٦,٤٠		ثابتة تبعد ٤٠٠ متر من المبدأ
		١,٧٠		١٦,١٠	٢٢٠	
		١,٧٥		١٦,٠٥	٢٧٠	
		١,٨١		١٥,٩٩	٣٢٠	
		٢,٠٠		١٥,٨٠	٤٠٠	

تحقيق الميزانية عمليا

سطح الميزان	مؤخرة	متوسطات أو جس	مقدمة	منسوب	مسافة مترا	ملاحظات
١٨,٤٥	٢,٠٥			١٦,٤٠		الثابتة (على بعد ٤٠٠ متر من المبدأ)
			١,٤٩	١٦,٩٦		سطح دروة تبعد ٥٠٠ متر من المبدأ ومنسوبها (١٦,٩٥) من ميزانيات سابقة

لم يكن هناك داع فى المثال المدون هنا لعمل سلسلة نظرا لوجود حديدة مساحة قريبة من مبدأ العمل ومعروف منسوبها وهى حديدة رقم ٥١ ومنسوب سطحها (١٦,٤٨) بدئ بكتابة منسوبها هذا فى خانة المناسيب ونصب الميزان على بعد ١٠٠ متر منها ثم قرئت القامة وهى موضوعة فوق هذه الحديدة فكانت قراءتها (١,٢١) كتبت فى خانة المؤخرة وأصبح سطح الميزان فى هذا الوضع (١٧,٦٩) ثم قرئت قامة أخرى موضوعة على بعد ١٠٠ متر أخرى من الميزان أى ٢٠٠ متر من المبدأ وجعلت ثابتة فكانت قراءتها (١,٣٥) وضعت على السطر التالى فى خانة المقدمة وبطرحها من (١٧,٦٩) وهو منسوب سطح الميزان عرف منسوب هذه الثابتة وهو (١٦,٣٤) كما كتب أمامها فى خانة الملاحظات ما يدل عليها .

ثم مُدّ الشريط أو الجنزير فى اتجاه محور الطريق المأخوذ عليه هذا المثال وأخذت أبعاد النقط التى ظهر عندها اختلاف فى المناسيب ووضعت القامة فوق كل منها ورصدت قراءاتها فى خانة المتوسطات أمام كل بعد واستخرجت مناسيبها بطرح القراءات عليها من سطح الميزان وهو (١٧,٦٩) .

ثم نقل الميزان على بعد ١٠٠ متر من الثابتة السابقة فصار على بعد ٣٠٠ متر من المبدأ وقرئت القامة على الثابتة التى منسوبها (١٦,٣٤) وهو المنسوب الذى أعيد تدوينه على سطر جديد لابتداء العمل منه فى هذا الوضع فكانت القراءة (١,٤٦) كتبت على نفس السطر فى خانة المؤخرات وبجمعها نتج سطح الميزان الجديد وهو (١٧,٨٠) .

ثم نقلت القامة التى كانت على سطح الحديدة المساحية الى نقطة ثابتة تبعد ١٠٠ متر عن وضع الميزان الحالى أى ٤٠٠ متر من مبدأ الطريق وقرئت القامة فكانت (١,٤٠) دونت فى خانة المقدمة وطرحت من المنسوب الجديد لسطح الميزان وهو (١٧,٨٠) حيث نتج منسوب هذه الثابتة وهو (١٦,٤٠) .

ثم أخذت باقى القراءات فى مسافة المائتى متر الثانية عند نقط التغير وكتبت قراءاتها فى خانة المتوسطات مقابل بُعد كل منها وطرحت من (١٧,٨٠) وهو سطح الميزان الأخير فنتجت مناسيبها .

وبذلك تم تشكيل القطاع الطولى المطلوب وتدوينه ومع ذلك نقل الميزان مع بقاء الثابتة الثانية واتى منسوبها (١٦,٤٠) ونصب فى منتصف المسافة بينها وبين سطح ذروة قريبة من نهاية العمل وعلى بعد ٥٠٠ متر من المبدأ وبقراءة القامة وهى على الثابتة الأخيرة كانت (٢,٠٥) وضعت فى المؤخرة وجُمعت على (١٦,٤٠) منسوب الثابتة فنتج سطح الميزان فى وضعه هذا وهو (١٨,٤٥) ثم وضعت القامة على سطح الذروة وأخذت قراءتها وهى (١,٤٩) كتبت فى خانة المقدمة وبطرحها من (١٨,٤٥) وهو سطح الميزان نتج أن منسوب سطح هذه الذروة هو (١٦,٩٦) وبما أن منسوبه من ميزانيات سابقة كان (١٦,٩٥) فيكون الفرق سنتيمترا واحدا أى يمكن التجاوز عنه لأنه مسموح واعتبار الميزانية صحيحة .

قطاع طولى على محور طريق

مقياس الرسم { للمسافات الأفقية / » الرأسية

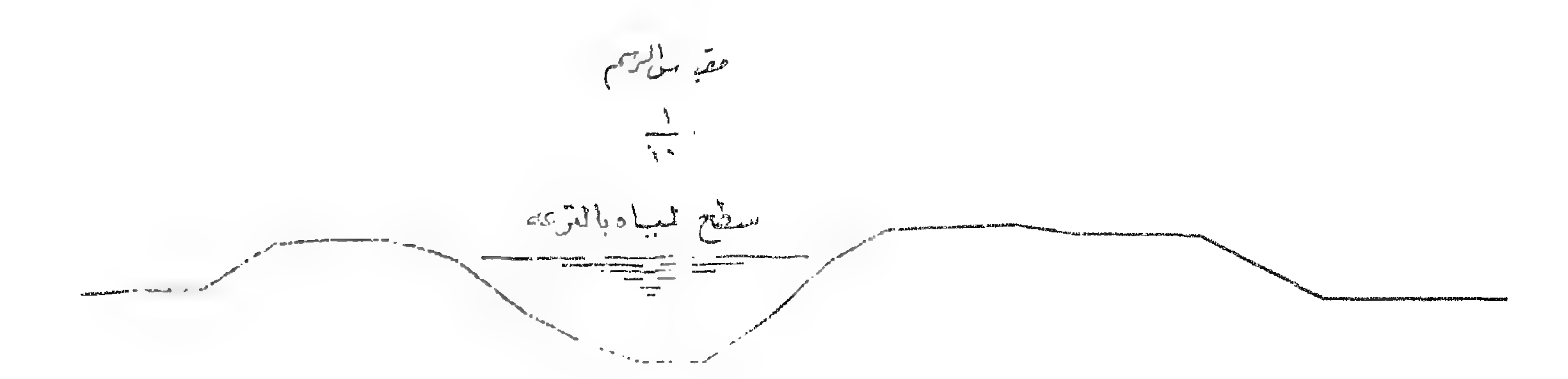
مستوى المقارنة (١٤,٠٠)

مسافات كيلومترية	٠,٠٠	٠,٢٠	٠,٧٠	٠,٩٥	١,٤٠	١,٥٠	١,٨٠	٢,٠٠	٢,٢٠	٢,٥٧	٣,٠٢
مناسيب أرض الزراعة	١٦,٠٩	١٦,٤٤	١٦,٤٢	١٦,٤٢	[illegible]	١٦,٤٦	١٦,٢٩	١٦,١٧	١٦,١٠	١٦,٠٥	١٥,٥٨

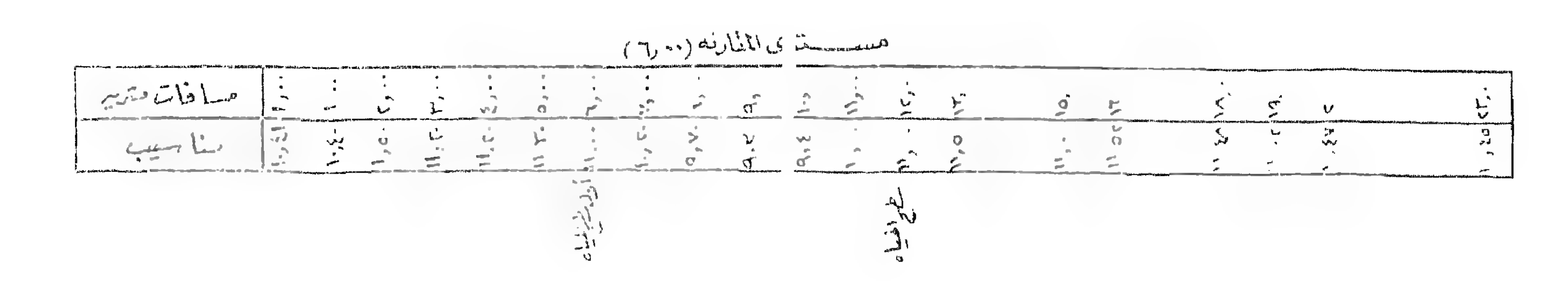
قطاع عرضى على ترعه

مقياس الرسم

$\frac{1}{١٠٠}$



مستوى المقارنه (٦,٠٠)



مسافات مترية	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
مناسيب	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

كيفية رسم الميزانية

بعد تمام تشكيل وتاويز الميزانية سواء أكانت لقطاعات عرضية أم طولية واستخراج مناسيب جميع نقط الميزانية ترسم هذه القطاعات عادة على ورق مقسم إلى مربعات سنتيمترية ومليمترية وذلك بعد اختيار مقياس رسم مناسب — ففى القطاعات العرضية يغلب أن يكون المقياس الذى ترسم به المسافات الأفقية هو نفس المقياس للارتفاعات (حتى تعطى القطاعات العرضية شكلا حقيقيا للواقع التى تؤخذ عندها وهذا ميسور لهذا النوع من القطاعات لصغر طوله كما يساعد اختيار مقياس واحد على سهولة حسابها) وفى معظم القطاعات العرضية يكون المقياس ١/١٠٠ أو ١/٥٠ أى أن كل سنتيمتر على الورقة يمثل مترا على الطبيعة أو نصف متر على التوالى .

أما فى أغلب القطاعات الطولية فلا يمكن اختيار مقياس واحد إذ أن الارتفاعات تكون فى هذه الحالة صغيرة جدا بالنسبة للمسافات الأفقية واختيار مقياس واحد إذا ناسب أحدهما فلا يناسب الأخرى مطلقا ولهذا السبب يختار مقياس للمسافات الأفقية (الطولية) يناسب أطوالها كأن يكون بين ١/١٠٠٠ر١ ، ١/٢٠٠٠ر٢٠ ومقياس آخر للارتفاعات يكون بين ١/٥٠ ، ١/٢٠٠

بعد ذلك يعمل خط أفقى واحد يعتبر كخط مقارنة يكون منسوبه عددا صحيحا يقل قليلا عن أخفض منسوب بالقطاع المطلوب رسمه ويكتب عليه منسوبه وبجواره يكتب "خط المقارنة" .

وأسفل هذا الخط مباشرة تعمل خانتان أفقيتان متساويتان وذلك برسم خطين أفقيين موازيين لخط مستوى المقارنة تستعمل إحداهما لكتابة المسافات الأفقية فيها على حسب مقياس الرسم والأخرى لكتابة منسوب كل نقطة مقابل مسافتها تماما .

ثم توقع كل نقطة على الخط الرأسى المار بها وذلك بالإستعانة بخط مستوى المقارنة فمثلا النقطة التى منسوبها (٣٠ر٤) ومستوى المقارنة على منسوب (٠٠ر٢) والمقياس الرأسى ١ : ١٠٠ ترسم أعلى من خط المقارنة بمقدار ٢٣ ملليمترا (٢٣ قسما صغيرا من أقسام ورقة المربعات العادية)

وبعد توقيع جميع النقط توصل ببعضها بخطوط مستقيمة فينتج شكل القطاع

وفوق هذا القطاع بمسافة مناسبة يكتب اسم القطاع وموقعه والمقياس المرسوم

وعلى هذا الأساس ترسم جميع القطاعات سواء أكانت طولية أم عرضية .

ويبين الشكلان الآتيان رسم القطاع العرضى والطولى السابق ذكرهما كمثالين عند الكلام على تدوين الميزانية .

تحقيق العمل للتأكد من صحة الميزانية

يقع معظم الخطأ المحتمل حدوثه فى أعمال الميزانية إما فى ميزانيات السلسلة أو فى القطاعات الطولية .

و ينشأ من أحد السببين الآتيين أو منهما معا

(١) الخطأ أثناء قراءة القامة أو تحريك الثابتة فيما بين قراءة المقدمة والمؤخرة أو ما شابه ذلك من الأخطاء العملية فى أثناء عملية الميزانية .

(٢) الخطأ الحسابى و ينتج فى أثناء عمليات الجمع والطرح اللازمة لاستخراج منسوب سطح الميزان ومناسيب الثوابت .

فالخطأ الأول — وهو العملى لا يمكن ضمان ضبطه إلا بالربط الصحيح (ربط الميزانية تعبير شائع يقصد به قفل واختتام العمل فى نهاية رصد منسوب نقطة معلوم منسوبها) فاذا كان الربط صحيحا أو به فرق مسموح به اعتبرت الميزانية صحيحة من الوجهة العملية و إذا لم يوجد فى نهاية الميزانية نقطة معلومة المنسوب (كروبير أو خلافه) يمكن الربط عليها فيبحث عن أقرب روبير وتسلسل ميزانية خاصة من نهاية العمل اليه للربط و إذا لم يتوفر ذلك أيضا فلا مفر من عمل السلسلة مبتدئة من نهاية الميزانية إلى مبدئها للربط على أول روبير بدئ العمل منه ومن المعتاد أن يربط على كل ثابتة أو روبير يكون موجودا فى طريق الميزانية فى أثناء عملها وذلك للتأكد السريع أولا بأول عن صحة الميزانية .

ومقدار الخطأ المسموح به يتناسب مع طول الميزانية ففى الميزانيات القصيرة التى لا تتعدى ٤ كيلو لا يصح أن يزيد الخطأ على ٤ سم تقريبا وفى الميزانيات التى لا يزيد طولها على ١٠ كيلو لا يصح أن يزيد على ٦ سم .

أما الخطأ الحسابى — فمن البديهى أن تحقيقه يكون بمراجعة عمليات الجمع والطرح لجميع النقط ولتخفيف هذه العملية إذا كانت الميزانية طويلة فيمكن مراجعة الثوابت فقط (وهى التى يؤثر الخطأ فيها على سير وربط الميزانية) بطريقة مختصرة تنحصر فى جمع جميع القراءات الخاصة بالمقدمات ثم جمع قراءات المؤخرات ومن البديهى أن الفرق بينهما يجب أن يطابق الفرق بين

منسوب أول نقطة بدئ منها وآخر نقطة رُبِطَ عليها ويظهر ذلك بكل وضوح من المثال الآتى لميزانية المسلسلة .

سطح الميزان	مؤخرة	متوسطات	مقدمة	منسوب	مسافة	ملاحظات
١,٠٦٠	١,٠			١٥,٠٠		روبير مساحة
١٥,٦٠	١,١٠		١,٥٠	١٤,٥٠		ثابتة رقم ١
١٥,٠٠	١,٢		١,٨٠	١٣,٨٠		« « ٢
			٢,٣٠	١٢,٧٠		روبير خصوصى
مجموع	٣,٢٠		٥,٦٠			

الفرق بين منسوب أول وآخر نقطة = ١٥,٠٠ — ١٢,٧٠ = ٢,٣٠ مترا

الفرق بين مجموع المؤخرات والمقدمات = ٥,٦٠ — ٣,٢٠ = ٢,٣٠ مترا فيكون التقييد (العمل الحسابى) صحيحا .

فاذا ما ظهر كما فى هذا المثال أن الفرق بين مجموع المقدمات ومجموع المؤخرات يساوى الفرق بين منسوب أول نقطة وآخر نقطة كان العمل الحسابى صحيحا وإذا لم يتساو الفرقان يجب اعادة عمليات الجمع والطرح بدقة للوصول إلى تصحيح الخطأ حتى يتحقق هذا الشرط .

الاحتياطات الواجب مراعاتها فى أثناء عمل الميزانية

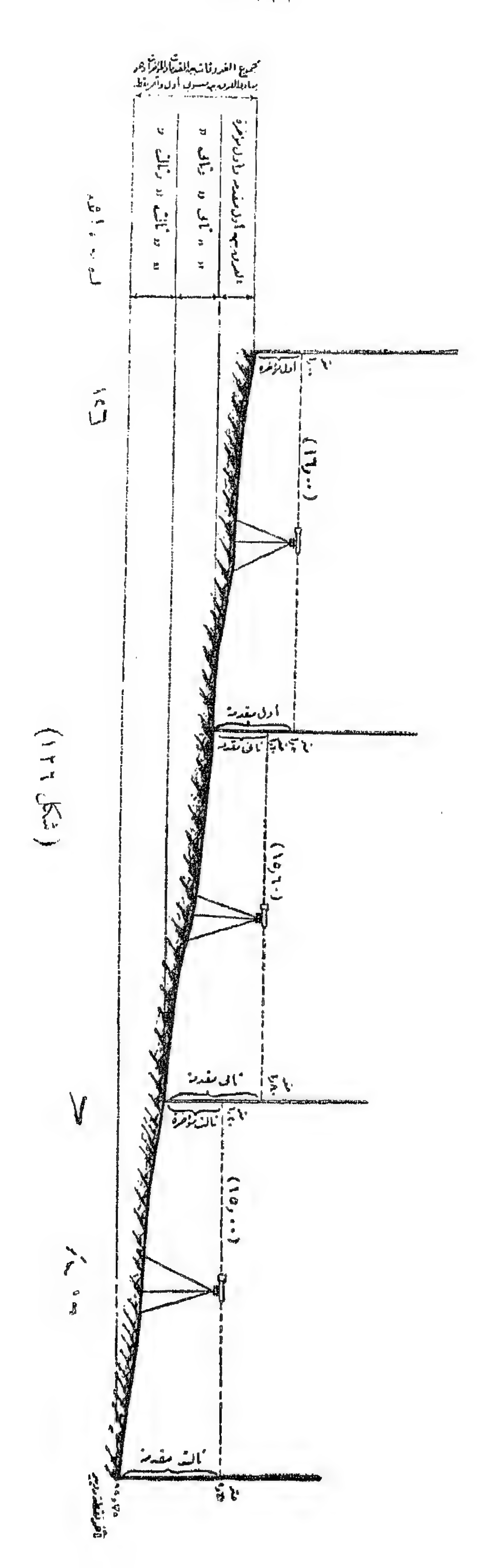
أهمها :

(١) التأكد من صحة الضبط الدائم للميزان .

(٢) التأكد من فتح القامة فتحا مضبوطا خصوصا فى القامة المنزلقة والقامة التلسكوبية .

(٣) التأكد من صحة باقى أدوات الميزانية كالجنزير والشريط وخلافه .

(٤) تثبيت الميزان بأرجله ثم بالأرض تثبيتا تاما وبعيدا بقدر الامكان عن حركة المرور بأنواعها منعا لاهتزازه واختلال أفقيته ويراعى ألا تقرب قدما الراصد بقدر الأمكان من نقط تثبيت أرجل الميزان .



(شكل ١٢٦)

(٥) يحسن اختيار أوقات مناسبة لعمل الميزانية لا تكون حرارة الشمس فيها شديدة و إذا اضطر للعمل فى مثل هذه الأوقات يحسن إخراج غطاء الشيئية مع وضع الميزان تحت شمسية خاصة إن أمكن وذلك حفظا لمختلف أجزائه من الخلل بسبب تعددها تعددا غير منتظم يؤثر على صحة ضبط الميزان وليمكن أيضا الراصد من سهولة قراءة القامة ومنع تأثير الضوء على القراءات .

(٦) يحسن وضع الميزان فى منتصف المسافة بقدر الأمكان بين المؤخرة والمقدمة إذ يمحو ذلك أثر خطأ عدم أنطباق خط النظر على محور التلسكوب إن وجد بالميزان ولو بنسبة قليلة جدا كما يحسن ألا تزيد مسافة قراءة الميزان عن الحد الذى يناسب قوة عدساته وطول تلسكوبه وهو حوالى ١٠٠ متر للموازين التى طولها لغاية ١٤ بوصة و ١٥٠ متر للموازين التى أطول من ذلك كما يحسن أن يكون تدوير الميزان حول محوره الرأسى لأخذ القراءات فى الجهات المختلفة بخفة تدويراً أفقيا من الصينية أو أجزائه السفلى مع عدم إدارته من أحد طرفى تلسكوبه .

(٧) يحسن ألا تستعمل أنواع مختلفة التدريج من القامات فى الميزانية الواحدة كما يجب ملاحظة العامل الذى يضع القامة فوق النقط حتى تكون القامة رأسية تماما فى جميع الأتجاهات خصوصا إذا كانت القراءة عليها كبيرة (أكثر من ٢,٠٠ متر) .

(٨) فى قراءة القامة وهى فوق النقط الثابتة وفى جميع قراءات المقدمات والمؤخرات يلزم اتباع منتهى الدقة بأن يُوجّه الميزان نحو القامة أولا ثم تقرأ عليها القراءة ولا ترصد بل يتأكد الراصد بعد ذلك من أفقية الميزان بالنظر إلى ميزان روح التسوية ثم يعيد القراءة و يرصدها فيكون بذلك قد راجع القراءة مرة أخرى بينما تأكد فى نفس الوقت من أفقية الميزان .

(٩) فى الموازين التى يوجد بها أكثر من شعرة واحدة أفقية يلزم التأكد دائما من أن القراءة على الشعرة الوسطى — كما يلزم ملاحظة القامة فى أثناء قراءتها من حيث وضعها الصحيح للتأكد من أن صفرها موضوع على الأرض إذ يحتمل أن يخطئ العامل الحامل لها بوضعها مقلوبة وبديهى أن تقاسيمها الظاهرة داخل المنظار ستكون من أعلى إلى أسفل لأن صورتها داخل أغلب التلسكوبات المستعملة فى معظم الموازين تكون مقلوبة .

(١٠) يجب الاعتناء عند حمل الميزان أثناء نقله من وضع إلى آخر إذ يجب ضم الأرجل أولا ثم حمله منها فى وضع رأسى تقريبا حفظا له .

الفصل الثالث

الميزانية الشبكية

الميزانية الشبكية هى الميزانية التى تعمل على المسطحات لتبين شكل استواء سطحها ولذلك فهى غالبا ما تعمل على نقط كثيرة منتظمة التباعد عن بعضها تزداد مسافات تباعدها كلما كان سطح الارض أقرب إلى الأستواء أو كان ذا انحدار قليل كما تقل هذه المسافات كلما زاد عدم استواء السطح أو اشتد انحداره ويتوقف أبعاد هذه النقط أيضا عن بعضها حسب الغرض المعمولة من أجله الميزانية الشبكية فمن المعتاد مثلا عند عمل ميزانية شبكية لقطعة أرض بقصد تنظيم طرق ريها وصرفها أو إصلاحها إن كانت بورا أن تعمل الميزانية على نقط تتباعد عن بعضها ١٠٠ متر وأما إذا كان الغرض منها تخطيط أو عمل مشروع ترع عمومية أو مصرف عمومى فيكتفى أن تؤخذ نقطة كل ٢٠٠ متر أو أكثر من ذلك .

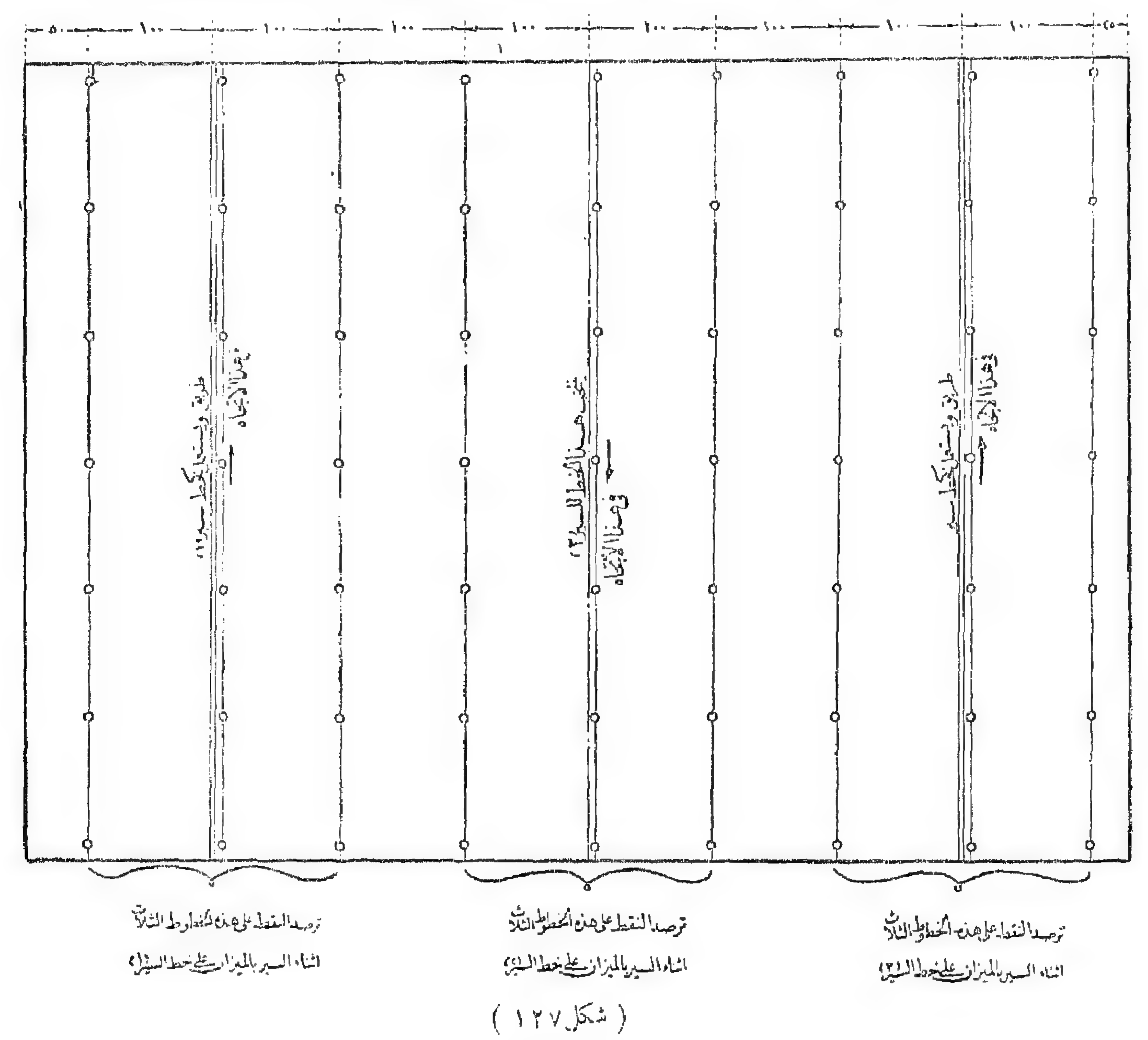
وبوضع مناسيب هذه النقط على الرسم أو الخريطة التى تبين الأرض يظهر منها درجة اختلاف سطحها أيضا .

وقد فكر فى أيجاد خطوط كاملة مستمرة يمر كل منها بجميع النقط ذات المنسوب الواحد لسهولة ظهور الأرتفاعات والأنخفاضات ودرجة شدة الانحدار فى سطح الأرض من هذه الخطوط مباشرة بمجرد النظر اليها خصوصا إذا لُوّنت مدرّجة بين كل كنتور وآخر وقد سميت هذه الخطوط بخطوط الكنتور .

ولامكان تصور خطوط الكنتور يمكن تشبيهها بخط علامة المياه حول جزيرة صغيرة غير منتظمة الشكل أو السطح فاذا كان منسوب المياه عند أول مشاهدته (١٠,٠٠) فتسمى علامة هذا الخط حول الجزيرة بخط كنتور (١٠,٠٠) لها وإذا انخفضت المياه مترا تحت منسوبها الأول أى أصبحت على منسوب (٩,٠٠) فان علامة خط المياه الجديد حول الجزيرة يدل على كنتور (٩,٠٠) لها وهكذا سواء ارتفعت المياه أم انخفضت وبالمثل إذا ارتفعت المياه أو انخفضت فى بركة من البرك ولذلك فمن المعتاد عند عمل أى خريطة مساحية بها مجارى مائية تختلف مناسيبها فى الأوقات المختلفة أن يكتب على الخط الدال على المياه يوم رصده من الطبيعة ويكون هو خط الكنتور الوحيد الذى يظهر فى الخرائط المساحية المعمولة لغير غرض الميزانية الشبكية .

كيفية عمل الميزانية الشبكية :

قبل البدء فى العمل تجهز الخريطة المساحية أو الرسم للمنطقة المراد عمل الميزانية الشبكية وخطوط الكنتور عليها مع تحديد الغرض من هذه الميزانية حتى تقرر ابعاد النقط التى سنؤخذ عليها القراءات ثم ترسم على الخريطة الخطوط المتعامدة على بعضها والتى تعطى بتقاطعها هذه النقط .



(شكل ١٢٧)

يقرر خط سير الميزان على الطرق أو المدقات الداخلة بالأرض ان وجدت والممكن منها قراءة القامة فوق هذه النقط على كل من جانبيها (كأن تكون جسر ترعة أو مصرف أو طريق زراعى أو جسر سكة حديد أو فاصل بين حوضين أو خلافه) ويتم تحديد مواقع هذه النقط فى الطبيعة بواسطة إسقاط الأعمدة ثم قياس الأبعاد عليها بواسطة الجنزير أو الشريط وان لم تخترق الطرق والمسالك الموجودة بقطعة الأرض أو كانت معرجة جدا أو غير موجودة أصلا كما فى بعض الأراضى البور أو الصحارى يلزم انتخاب خطوط أساسية تبعد عن بعضها مسافة تساوى ضعف مدى الرؤيا بالتلسكوب وتحدد هذه الخطوط بأوتاد وتوضع شواخص لتحديد اتجاهاتها .

ثم يسير الراصد بالميزان متتبعا هــذه الخطوط الأساسية راصدا فى أثناء سيره النقط التى تصادفه على هذا الخط وخط أو أكثر من خطوط هذه النقط على كل من جانبى خط السير ثم يواصل سيره بالميزانية على هــذا الخط الأساسى حتى النهاية ويعود مبتدئا بالخط الأساسى المجاور فى اتجاه عكسى وهكذا توفيرا للوقت حتى يتم السير على جميع الخطوط الأساسية ويكون قد أتم رصد جميع النقط .

والشكل يبين قطعة أرض منتظمة الشكل بها طريقان مستقيمان أمكن استعمالهما كخطوط لسير الميزان كما أستعين بخط آخر أساسى للسير فى منتصف المسافة بينهما .

شعرات الأستاديا :

وقد سبق أن ذكرنا أن بحامل شعرات معظم الموازين ثلاث شعرات أفقية تستعمل الوسطى منها لقراءة القامة عند عمل الميزانيات الاعتيادية . أما الشعرتان العليا والسفلى وتسميان بشعرات الأستاديا فتستعملان لقياس المسافات وذلك بقراءة كل من هاتين الشعرتين على القامة الموضوعة على أى مسافة بعيدة عن الميزان .

وبضرب فرق القراءتين (أى المسافة على القامة المحصورة بين شعرتى الأستاديا) فى عدد ثابت معظمة لأغلب الموازين المستعملة بالقطر المصرى (١٠٠) تنتج المسافة بين موضع القامة والميزان ويحسن على أى حال عند الرغبة فى استعمال هذه الطريقة وهى ما تسمى بطريقة الأستاديا لايجاد المسافات أن توضع القامة على بعد مضبوط قدره مائة متر بعيدة عن الميزان ثم قراءة شعرتى الأستاديا فاذا كان الفرق بينهما مترا واحدا تماما كان الثابت لشعرتى الأستاديا فى هــذا الميزان هو (١٠٠) وإلا فيرجع بالقراءة على عدة مسافات لايجاد المعامل .

وأكثر ما تستعمل هــذه الطريقة عند تعذر القياس إما لاختلاف سطح الأرض اختلافا شديدا أو لوجود مزروعات بالأرض كالقطن أو القمح أو تكون الأرض مغمورة بالمياه كما تستعمل أيضا الأبرة المغطسة الموجودة بصينية أغلب الموازين المعروفة فى معرفة اتجاه المنظار وقت القراءة وبالتالى تحديد انحراف الاتجاه بين القامة والميزان عن خط الشمال المغناطيسى وذلك لتوقيع هذه الخطوط باتجاهاتها على الرسم .

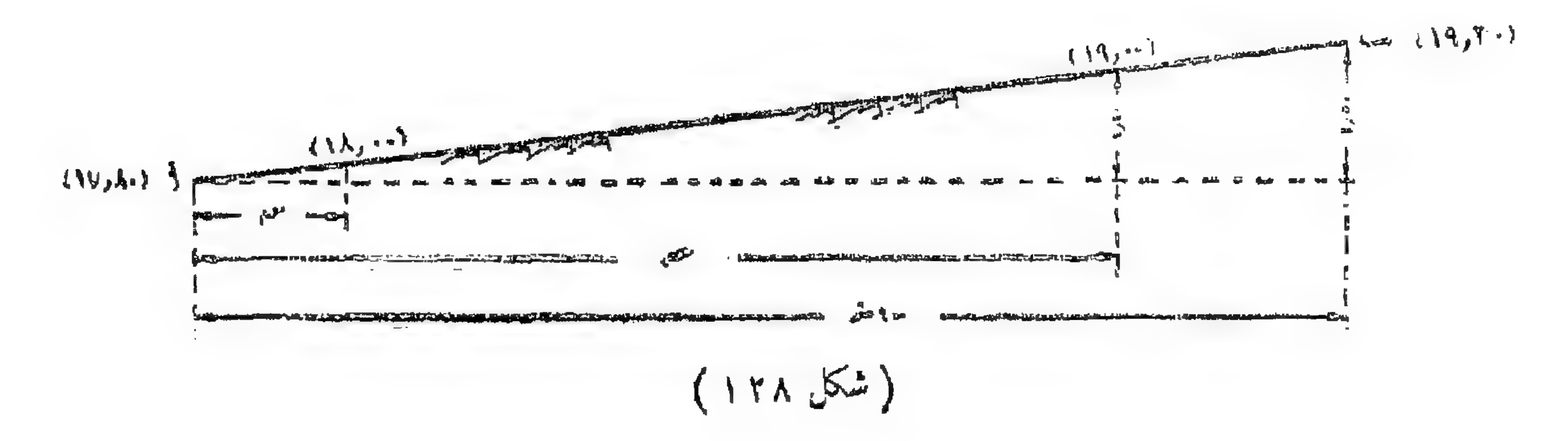
وتستعمل مصلحة المساحة طريقة شعرات الاستاديا هذه مع القراءة على الإبرة المغناطيسية عند عملها لخرائط الكنتور .

كيفية رسم خطوط الكنتور :

سبق أن ذكرنا أن خطوط الكنتور هي الخطوط الوهمية التي تجمع جميع النقط ذات المنسوب الواحد والتي تساعد على سرعة معرفة الارتفاعات والانخفاضات الموجودة بسطح الأرض .

والأساس في رسم هذه الخطوط أن الأرض مائلة ميلا منتظما بين كل نقطة والنقط التي تجاورها من جميع الجهات وحينئذ وعلى هذا الأساس يمكن استخراج أي نقطة بمنسوب خاص بين منسوبي النقطتين المحيطتين بها بطريق التناسب كما يلي :

إذا فرض أن النقطتين " ا " ، " ب " نقطتان متجاورتان من نقط ميزانية شبكية معمولة كل ١٠٠ متر أي أن المسافة بينهما ١٠٠ متر وكان منسوب " ا " (١٧,٨٠) ومنسوب " ب " (١٩,٣٠) وأريد استخراج موقع النقطتين بينهما منسوب إحداهما (١٨,٠٠) ومنسوب الأخرى (١٩,٠٠)



(شكل ١٢٨)

فلاستخراج موقع النقطة الأولى والتي منسوبها (١٨,٠٠) نفرض أن بعدها عن " ا " هو " $س_١$ " فمن تشابه المثلثين المبينين على الرسم ينتج أن $\frac{س_١}{١٠٠} = \frac{٠,٢٠}{١,٥٠}$ ∴ $س_١$ = $\frac{٠,٢٠ \times ١٠٠}{١,٥٠}$ = ٢٠ مترا .

وبالمثل لمعرفة موقع النقطة الثانية والتي منسوبها (١٩,٠٠) نفرض أنها تبعد عن " ا " بمسافة " $س_٢$ "

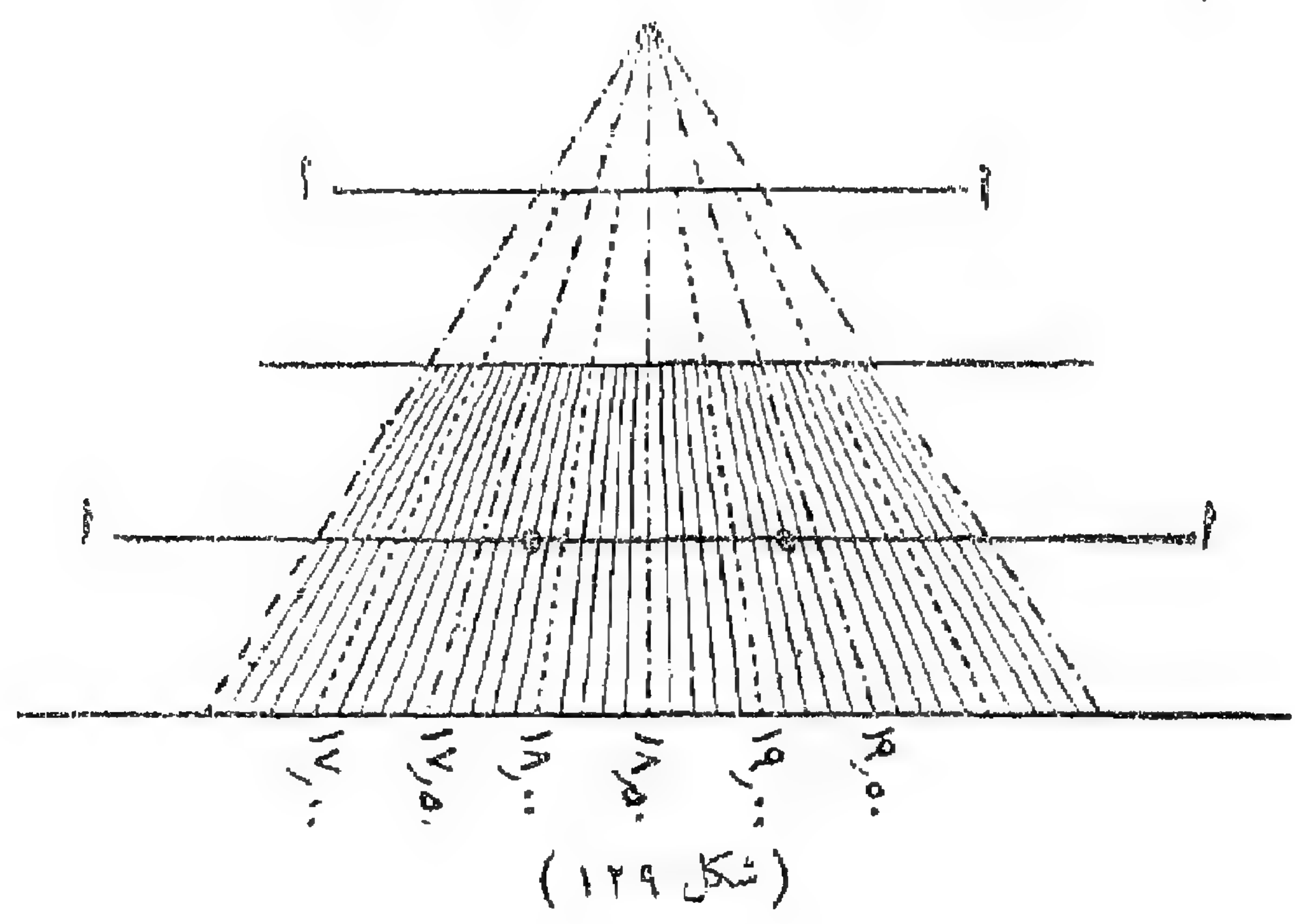
فمن التشابه الظاهر من الرسم تكون $\frac{س_٢}{١٠٠} = \frac{١,٢٠}{١,٥٠}$

∴ $س_٢ = \frac{١,٢٠ \times ١٠٠}{١,٥٠}$ = ٨٠ مترا .

كما يمكن استعمال مثلث التناسب المبين شكله ويمكن رسمه على ورقة شفافة كما هو واضح من عدة خطوط متساوية التباعد عن بعضها تتلاقى فى رأس المثلث وتقطعها بعض الخطوط الأفقية مثل الخط ا — ا

فالخطوط المائلة المنقطة تفرض ممثلة للكنتورات الصحيحة القريبة من منسوبى النقطتين " ا ، ب " وبذلك تمثر الخطوط الكاملة الكنتورات كل ١٠ سم .

ولاستعماله توضع النقطتان " ا ، ب " على أحد الخطوط الأفقية ا — ا بحيث تقع النقطة (ا) على الخط المائل الدال على منسوبها حسب الافتراض السابق (١٧,٨٠) ويحرك عليه لأعلى وأسفل مع مراعاة أن يكون (ا ب) تقريبا أفقيا حتى تقع نقطة (ب) باورها على خط منسوبها (١٩,٣٠) وحينئذ فالخطوط المائلة المنقطة بينهما تعين كنتورات الأمتار الصحيحة وكسورها حيث تعلم مواقعها على (ا ب) بالضغط بالقلم الرصاص أو بالدبوس .



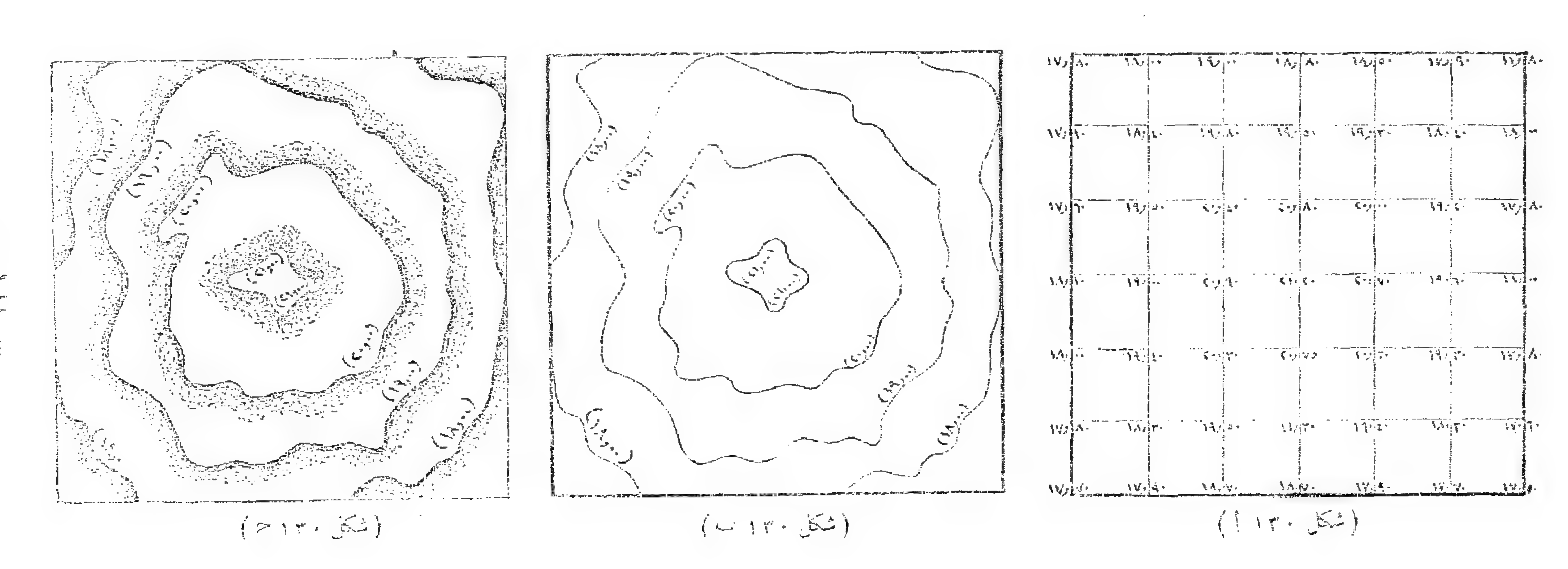
(شكل ١٢٩)

وبتحديد النقط ذات المنسوب الواحد وتوصيلها مع بعضها بخطوط منتظمة الانحناء ينتج خط الكنتور ويسمى بخط كنتور هذا المنسوب ويكتب رقم هذا المنسوب عادة على الخط فى الناحية العليا منه فمثلا يكتب رقم (١٩,٠٠) الدال على هذا الكنتور بجانبه من جهة كنتور (٢٠,٠٠) وليس من جهة كنتور (١٨,٠٠) وذلك فى بعض مواضع منه .

وجميع ماسبق شرحه من كيفية كتابة نقط الميزانيــة ثم استخراج خطوط الكنتور ورسمها وكتابة مناسيبها عليها موضحة بالأشكال الثلاثة .

ويجب بعد توقيع نقط الميزانية واستخراج مواقع النقط التى سيرسم بها خطوط الكنتور أن تلاحظ الاعتبارات الآتية للحصول على رسم خطوط كنتورية صحيحة .

(١) لايمر خط كنتور بين أى نقطتين إلا إذا كان منسوبه محصورا بينهما فلا يصح مثلا أن يمر خط كنتور (١٩,٠٠) بين نقطتين منسوب إحداهما (١٩,٣٠) والأخرى (١٩,٧٠)



(شكل ١٣٠ أ)

(شكل ١٣٠ ب)

(شكل ١٣٠ ح)

وتبعا لذلك لن تتقاطع خطوط الكنتور مطلقا على أنه يمكن أن تماس فى بعض نقطها أو أجزاء من أطوالها تبعا لشكل الأرض كان يكون هناك جرف رأسى تماما إذ يمكن حينئذ أن يتماس كنتوران أو أكثر بطول هذا الجرف .

(٢) يجب أن يكون خط الكنتور الواقع داخل الرسم إما مقفلا وإما منتهيا بطرفيه على حدود الرسم .

وبعد رسم خطوط الكنتور يمكن تصور شكل سطح الأرض بمجرد النظر اليها فاذا كانت منتظمة التباعد دل ذلك على انتظام ميل وانحدار الأرض وتقارب الخطوط من بعضها يدل على شدة الانحدار كما أن تباعدها يدل على خفته .

كما أن خطوط الكنتور المقفلة إذا كان أوسطها هو أعلاها دل ذلك على وجود مرتفع أو تل وبالعكس إذا كان أوسطها أوطاها دلّ ذلك على وجود منخفض كبركة أو خلافها .
وترسم خطوط الكنتور تبعا للغرض المعمولة من أجله الميزانية .

ففى خرائط مصلحة المساحة التى بمقياس $\frac{١}{٢٥,٠٠٠}$ وهى الخرائط الوحيدة المبين عليها نقط الميزانية وخطوط الكنتور مرسوم عليها خطوط الكنتور كل نصف متر فمثلا خطوط الكنتور المبينة على خريطة لمنطقة يختلف منسوبها بين ٦ و٨ من الأمتار تقريبا هى خطوط كنتور (٦,٠٠) و (٦,٥٠) و (٧,٠٠) (٧,٥٠) و (٨,٠٠) .

أما فى الخرائط الكنتورية التى تعمل للأراضى الزراعية بقصد إصلاحها فتعمل خطوط الكنتور كل عشرة سنتيمترات ففى مساحة من الأرض يختلف منسوب سطحها بين (٧,٠٠) و (٨,٠٠) ترسم خطوط الكنتور ابتداء من خط (٧,٠٠) ثم (٧,١٠) ثم (٧,٢٠) وهكذا حتى (٧,٩٠) و (٨,٠٠) . على أنه فى بعض الأراضى الزراعية ذات السطح المنتظم وغير المحتاجة إلى تسوية بل يلزمها فقط تحسين ريها وصرفها بضبط مواقع مراويها ومصارفها يمكن الاكتفاء بعمل خطوط كنتورية كل ٢٠ أو ٢٥ سنتيمترا .

الفصل الرابع

فوائد الميزانية

للميزانيات باختلاف أنواعها فوائد كثيرة على أن لكل نوع من أنواعها (العرضية والطولية والشبكية) أغراضا رئيسية تعمل من أجله وسنجمل أهمها فيما يأتى :

١ — الميزانية العرضية :

أهم غرض لعملها هو الوصول إلى حساب مكعبات الحفر أو الردم لأى مجرى كترعة أو مصرف أو لطريق أو جسر سواء عند إنشائها أو تطهيرها أو لغرض إصلاحها وترميمها كما تعمل على أجزاء الأراضى الزراعية التى تحتاج إلى تسوية لإمكان حساب ما تحتاج إليه من عمليات الحفر والردم لإصلاحها وقد تعمل القطاعات العرضية على بركة ما لغرض حساب مكعبات الأتربة اللازمة لردمها أو على تل يراد ازالته وتسويته على منسوب خاص .

ويتم جميع ذلك بعمل القطاعات العرضية على الأجزاء المختلفة على أن يمثل كل قطاع طول مخصوص ومن المعتاد عند عمل القطاعات العرضية على الترع أو المساقى أو المصارف أن تعمل على ابعاد منتظمة على أساس أن القطاع الواحد يمثل الشكل المتوسط لجزء من المجرى المأخوذ فيه هذا القطاع . وتكون عادة المسافة ٢٠٠ متر أى أن كل قطاع يمثل شكل المجرى بطول هذه المسافة ويكثر استعمالها فى تطهيرات الترع والمصارف بمصلحة الرى وغيرها من المصالح العمومية كمصلحة الأملاك الأميرية .

وفى حالة إنشاء المساقى والترع والمصارف أو الطرق بجميع أنواعها فالمعتاد أن تكون المسافة ٢٠٠ متر وفى حالة انتظام الأرض وحفر المجرى بقطاع ثابت لكامل طولها فقد يكتفى بعمل قطاع واحد فى متوسط الطول .

ولمعرفة تكاليف إنشاء أو تطهير أى مجرى تعمل عليه القطاعات العرضية على الأبعاد وفى المواقع المناسبة ويحدد الطول الذى يسرى له كل قطاع وتنمر القطاعات بالتسلسل ابتداء من أول قطاع ثم ترسم جميع هذه القطاعات على ورق مقسم بالمقياس المناسب حسب ماسبق شرحه .

ثم يُصمم الأورنيك اللازم والكافى للمجرى المطلوب عملها ويقصد بالأورنيك شكل المجرى فى الطبيعة بعد تنفيذه وهو عبارة عن عرض القاع اللازم موضوعا أوطأ من أرض الزراعة بمقدار العمق الكافى مع عمل جوانبه بميل خاص يتناسب مع طبيعة هذه الأرض وعلى ذلك فمعظم أورانيك مجارى المياه عبارة عن أشباه منحرفات قاعدتها الصغرى هى قاع المجرى والكبرى عبارة عن اتساعها على منسوب أرض الزراعة وارتفاعها هو عمق المجرى من أرض الزراعة كما يعمل أورنيك آخر للجسور وهذه الجسور عبارة عن شبه منحرف قاعدته الصغرى هى عرض الجسر وقاعدته الكبرى هى عرض الردم للجسر على منسوب أرض الزراعة وارتفاعه هو علو الجسر فوق أرض الزراعة .

وبعد أن يتم تصميم الأورنيك يوضع على القطاع العرضى ويراعى غالبا أن ينطبق محوره الرأسى على محور القطاع ليعطى أقل مكعب ثم تحسب مسطحات الحفر وهى المساحة المحصورة بين حدود القطاع والأورنيك وتضرب مسطحات الحفر لكل قطاع فى طوله لينتج مكعب الحفر فى هذه المسافة .

وبتكرار هذه العملية لجميع القطاعات العرضية وجمع مكعباتها ينتج المكعب الكلى ويضرب به فى تكاليف الحفر لمتر المكعب الواحد تنتج جملة التكاليف اللازمة للعملية المطلوبة وهى ما تسمى بالمقايسة الابتدائية لأنه من المحتمل ألا يتم المقاول الذى يسند إليه العمل تطهير بعض القطاعات أو حفرها حسب الأورنيك الموضوع لها تماما ولذلك تعمل قطاعات أخرى تسمى بالقطاعات الختامية تؤخذ بعد إتمام المقاول للعمل لتبين شكل المجرى بعد التنفيذ (وفى مواقع القطاعات السابق أخذها قبل البدء فى العمل والتى تسمى قطاعات ابتدائيـة) ثم ترسم القطاعات الختامية على ما يقابلها من القطاعات الابتدائية فإذا قصر أن المقاول ترك أجزاء بدون تشغيل تحسب هذه المساحة المتروكة وتطرح من المسطح الابتدائى لينتج المسطح الذى حفره فعلا ليحاسب على أساسه وأما إذا زاد المقاول فى الحفر عن الأورنيك الابتدائى وذلك نادر الحصول فلا تحسب له هذه الزيادة لعدم ضرورتها .

وبعد عمل القطاعات الختامية لجميع المجرى وحساب المكعبات على أساسها تنتج القيمة الفعلية الواجب محاسبة المقاول عليها وهى ماتسمى بالختامى أو المقايسة الختامية .

ويبين المثال الآتى القطاع العرضى رقم ٣ المأخوذ على مسقى عند الكيلو ٠,٤٠٠ من فمها ويمثل طول ٢٠٠ متر من المسقى أى من الكيلو ٠,٣٠٠ من مبدأها إلى كيلو ٠,٥٠٠ بمعنى أن طول القطاع ٢٠٠ متر ومبينا عليه الأورنيك المرغوب تطهير المسقى بموجبه وهو بعرض قاع قدره ١,٥ مترا ومنسوبه (١٣,٠٠) وميوله الجانبية ١ : ١ أى أن ميله يرتفع بنسبة متر واحد لكل متر أفقى (أى تصنع زاوية ٤٥°) .

وموضح بأسفل الرسم كيفية حساب مسطح التطهير وهو حساب المسطح المحصور بين القطاع والأورنيك وقد حسب هذا المسطح بعد تقسيمه إلى أشباه منحرفات ومثلث فى كل طرف بواسطة الخطوط الرأسية من نقط القطاع الأصلى (وقد صادف فى هذا المثال أن وقعت نقطتا نهاية قاع الأورنيك تحت نقطتين من نقط القطاع الأصلى مباشرة على أنه إذا لم يحدث ذلك يجب رسم الخطين الرأسيين من نهايتى القاعدة إلى القطاع وحساب طوليهما بتشابه المثلثات) .

وقد كتب تحت كل خط من هذه الخطوط الرأسية طوله وذلك بطرح منسوب نهايته السفلى الواقعة على الأورنيك من نهايته العليا الواقعة على القطاع .

وفى أسفل هذه الارتفاعات كتب بين كل اثنين منها مسطح المساحة المحصورة بينهما سواء أكانت شبه منحرف أو خلافه بمعرفة المسافة الأفقية بينهما والتى تؤخذ على أنها ارتفاع شبه المنحرف أو المثلث .

ثم جمعت هذه المسطحات الجزئية فكان مجموعها هو ٢,٩٢ مترا مربعا وهو المسطح المطلوب وبضربه فى ٢٠٠ مترو طوهو ٢٠ ل القطاع ينتج مكعب ٥٨٤ مترا مكعبا وهو الذى يعتبر المكعب الابتدائى اللازم لتطهير المسق بين كيلو ٠,٣٠٠ وكيلو ٠,٥٠٠

وبحساب باقى القطاعات العرضية بنفس الطريقة أو استخراج مكعباتها ثم جمعها ينتج المكعب الابتدائى لتطهير الترعة جميعها .

ومن المعتاد بعد إنهاء المقاول للعمل أن تعمل قطاعات ختامية فى مواقع القطاعات الابتدائية وتوقع عليها باللون الأزرق . فإذا اتضح أن هناك جزءاً لم يطهر وهو الذى يكون محصوراً بين الختامى والأورنيك فيحسب مسطحه ويخصم من المسطح الإبتدائى لينتج المسطح الذى تم تشغيله فعلاً وهو ما يسمى بالمسطح الختامى وعلى أساسه وبنفس النظام السابق للمكعبات الإبتدائية تحسب المكعبات الختامية التى يحاسب عليها المقاول .

والمعتاد عند عمل التطهيرات أن تشهر مناقصة بين المقاولين عن عملها ويسند عملها إلى المقاول الذى ترسو عليه وغالباً يكون اقلهم فئة إلا إذا كان معروفاً عنه أنه غير كفء وفى هذه الحالة تسند إلى المقاول الذى يليه ولذا نص عند اشهار المناقصة بعدم التقيد بأقل عطاء . وفى الأعمال الصغيرة كالمساقى والمصارف الصغيرة تكون فئة المقاول لحفر المتر المكعب الواحد شاملة لتسوية نتائج التطهير بشكل منتظم فوق الجسور ولا يقبل وضع نانج التطهيرات على الميول الجانبية خوفاً من سقوطها ثانياً أما فى الأعمال الكبيرة كتطهيرات الترع والمساقى والمصارف الكبيرة فيشترط أن تكون الفئة شاملة لعمل جسور منتظمة على الأرانيك التى توضع لها .

هذا فى أعمال التطهيرات أما فى أعمال ترميمات و إنشاء الطرق والجسور فتعمل قطاعات عرضية ابتدائية بطول الطريق وتوضع عليها الأورانيك وهى هنا عبارة عن عرض الجسر عند سطحه موضوعا على الارتفاع المطلوب فوق أرض الزراعة بميوله الجانبية وتتوقف هـذه الميول على نوع الأتربة التى سينشأ منها الجسر فان كانت رملية تعمل مثلا ٢ : ١ (أى يرتفع هذا الميل مترا واحدا لكل مترين أفقيين) و إن كانت أتربة سوداء تعمل ١ : ١ ثم تحسب مكعباتها الابتدائية والختامية تماما كما سبق شرحه فى أعمال التطهير ومن المعتاد أن تؤخذ الأتربة اللازمة لتكوين هذه الطرق والجسور بالنقل من أقرب أتربة لها كنواتج التطهيرات الزائدة أو من مرتفعات من الأرض ويتم هـذا النقل بأسهل الطرق وأقربها سواء بعربات الديكوفيل أو بالنقل على الدواب أو بالتقصيب إن أمكن . أما إذا تعذر وجود أتربة أو كان نقلها يكلف كثيرا فمن المعتاد أن يؤخذ ما يلزم من الأتربة من حُفَر مجاورة للجسر المراد إنشاؤه ويحسن أن تكون هـذه الحفر بعمق لا يتسبب عنه تحولها إلى برك وتسمى هـذه الحفر بالمتارب نسبة إلى أخذ الأتربة منها ويعطى مُلّاك الأراضى التى تعمل فيها هـذه المتارب تعويضا مناسبا عن الزراعة الموجودة بالأرض حينئذ وعن الأتربة التى ستؤخذ ومن المعتاد أن يقوم كل من هؤلاء الملاك بردم المتربة الموجودة بأرضه سواء بالردم أو التقصيب من بقية أرضه المجاورة لها .

٢ — القطاعات الطولية :

(ا) أكثر ما تفيـد القطاعات الطولية بعد تشكيلها ورسمها فى وضع الأورنيك الطولى عليها للعمـل المراد إنشاؤه من حيث مناسيب القاع والجسور فى حالة الترع والمصارف أو سطح الجسر أو الطريق فى حالة السكك مع وضع انحداراتها فى الاتجاه الطولى وهى التى يراعى فى اختيارها أن تتناسب مع انحدار الأرض المـارة بها . ومن هـذه الأرانيك الطولية يمكن معرفة الأجزاء التى لا تحتاج فى حالة الترع والمصارف أو التى لا يلزمها ترميم أو إنشاء فى حالة الطرق والجسور كما تبين الأجزاء المحتاجة إلى التشغيل وفى هذه الأجزاء تؤخذ البيانات اللازمة لوضع الأورنيك على القطاع العرضى كمعرفة منسوب القاع والجسور فى حالة الترع والمصارف ومنسوب سطح الجسر فى حالة الطرق .

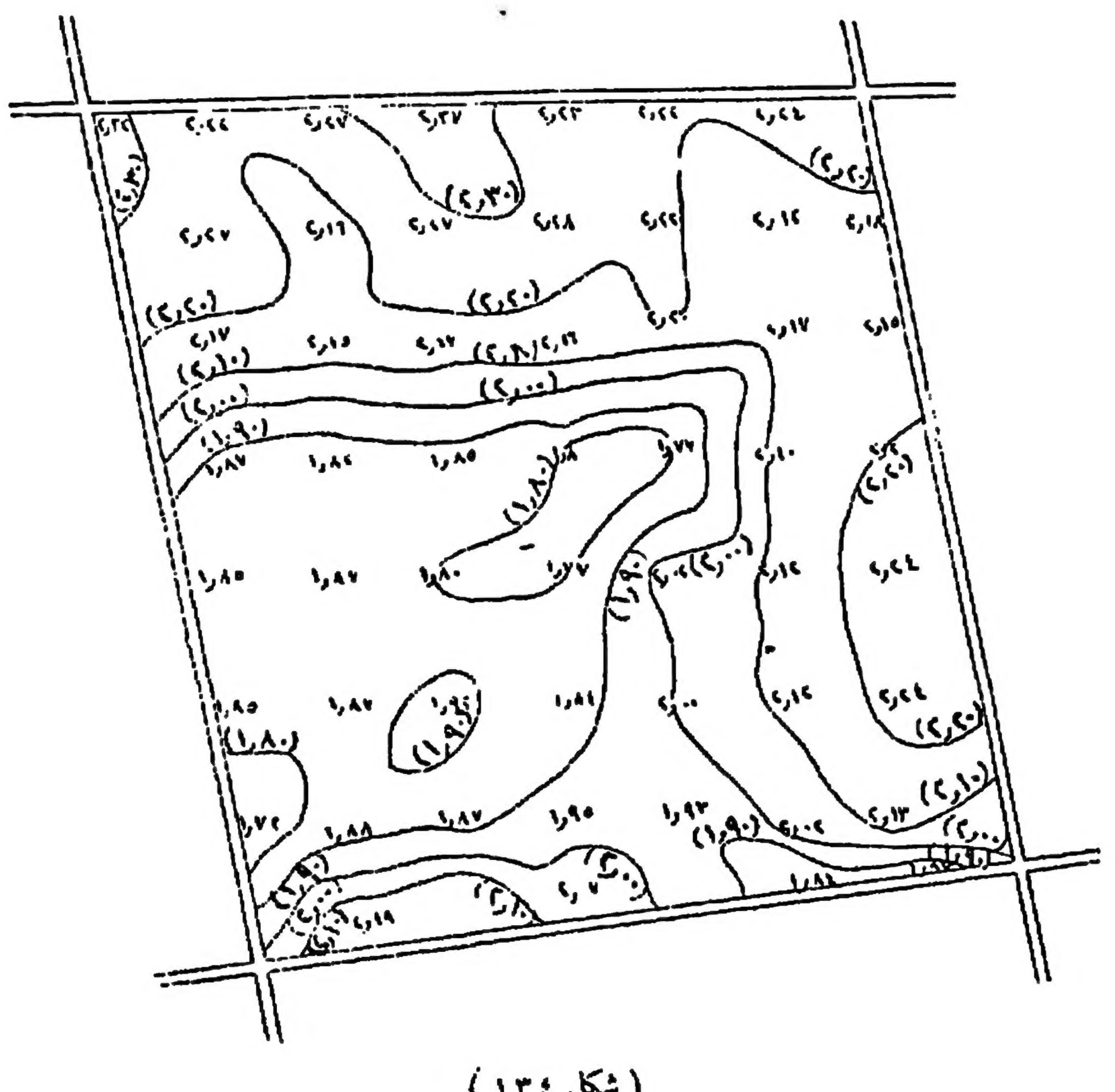
(ب) كما تفيد القطاعات الطولية فى معرفة المكعبات اللازمة لتسوية قطعة أرض تميل ميلا منتظما فى طول هـذا القطاع وذلك فى الأحوال التى تتطلب عمل ميزانية شبكية

(ج) كما تفيد أيضاً فى معرفة المواقع التى تلزم عمل موازنات للمياه عندها وذلك بإنشاء مواسير حجز أو قناطر موازنة عند كل تغيير كبير فى سطح الأرض التى ترويها الترعة .

ومن هـذا القطاع الطولى أمكن معرفة البيانات التى توقع بها الأرانيك على القطاعات العرضية التى تحسب منها المكعبات فمثلا عند كيلو ٨٠٠ر٠ سيكون منسوب أرض الزراعة (١٥٫٨٥) وعرض القاع متراً واحداً ومنسوبه (١٤٫٩٢) وعرض الجسر ٥ر١ من الأمتار ومنسوبه (١٦٫٧٢) وتوضع الميول الجانبية حسب نوع التربة ولكن ١ : ١ وبذا يكون الأورنيك عند هذا الموقع كما بالشكل .

٣ — الميزانية الشبكية :

(ا) الفائدة الأساسية لهذا النوع من الميزانية هو معرفة الشكل العام لسطح الأرض لامكان وضع الترع والمساقى فى أعلى نقطها والمصارف فى أوطأ مواقعها وهو ما يعمل عند قيام



(شكل ١٣٤)

رجال مصلحة الرى بعمل مشروع لترعة أو مصرف أو مشروع لرى وصرف منطقة ما ولهذا يقومون بعمل ميزانية شبكية على أبعاد حوالى ٢٠٠ متر .

(ب) كما تعمل الميزانيات الشبكية عندما يراد تنظيم طرق رى وصرف قطعة من الأرض سواء أكانت لغرض التحسين إذا كانت منزرعة أم الاصلاح إن كانت بورا حتى يمكن بواسطة خطوط الكنتور معرفة أنسب المواضع التى تصلح لمرور المساقى وكذا المصارف ولمعرفة ما يلزم للأرض من تسوية وتقصيب .

وتتم هذه التسوية إما بحرث الأجزاء المرتفعة حرثة واحدة أو حرثتين أو أكثر ثم جرها بالقصابية إلى المواطئ إن كانت قريبة منها أو بحرثها أو حفرها ثم نقلها بالدواب أو بعربات الديكوفيل الى المواطئ إن كانت بعيدة عنها وفى هذه الأحوال تعمل الميزانية على نقط تتباعد عن بعضها فيما بين ٥٠ مترا و ١٠٠ متر .

(ج) وقد يستفاد بها فى رسم قطاعات عرضية عند ردم البرك والمستنقعات أو طولية عند تصميم القطاع الطولى للترع والمصارف والطرق للتوصل إلى حساب المكعبات الابتدائية اللازمة لردم البرك أو انشاء الطرق أو وضع الخطوط التصميمية للمياه والقاع والجسور على القطاعات الطولية للترع والمصارف .

ولعمل هذه القطاعات يرسم الخط المراد عمل القطاع عليه على خريطة الميزانية الشبكية والكنتور وتعرف مناسيب النقط التى يمر بها أو الخطوط الكنتورية التى يقطعها وأبعاد هذه النقط عن بعضها ومن ذلك يمكن رسم القطاع وبذا يمكن استعمالها لنفس الأغراض التى تستعمل فيها القطاعات العرضية عند الرغبة فى حساب مكعبات ردم البرك أو إزالة الأكوام والمرتفعات .

تم طبع هذا الكتاب فى يوم ٢٠ المحرم سنة ١٣٧٠
(أول نوفبر سنة ١٩٥٠)

مدير عام المطبعة الأميرية

محمد يوسف همام

تصحيح خطأ

رقم الصفحة	السطر	خطأ	صواب
	٤	مسطحات	المسطحات
	الأول	+ مساحة المستطيل + مساحة شبه المنحرف	+ مساحة المستطيل (٦) + مساحة شبهى المنحرف (٢ ، ٣)
	٤	$= \frac{1}{2}$ ن ن	$=$ ½ ن^2
	٥	+ ٤ أمثال الحداثى الثانى	+ ٤ أمثال الأحداثى الثانى
	١١	(١) ن فإ مساحة	(١) فإن مساحة
	٦	نموازنة طوله	موازنة طوله
	قبل الأخير	واقعا على الاتجاه " $<_1$ "	واقعا على الاتجاه " $<_1$ ١ "
	الأخير	على الاتجاه " جـ ب "	على الاتجاه " $ح_1$ ب "
	٢٣	توجيهه كلما سبق	توجيهه كما سبق
	١٠	(نقطة ١ مثلا)	(نقطة إ مثلا)
	١٦	ا جـ + ا $<_1$ + $<$ ب	اح + حء + ءب
	١٩	أو بعض الـ قل	أو بعض العُقَل
	على الشكل	نهاية العقلة رقم ٩٠	نهاية العقلة رقم ٨٠
	٨	٣٠ و ٤٠ و ٥ عقلة	٣٠ و ٤٠ و ٥٠ عقلة
	الشكل	الشكل نفسه رقم ٤٣ مقلوب	يعدل الشكل
	الأول	" جـ $<_2$ و جـ $<_1$ "	" جـ $<_2$ " ، " جـ $<_1$ "
	١٤	أحد جانبي	على أحد
	٥	، $<$ هـ و ، ... الخ)	، $<$ هـ ، ... الخ
	آخر سطر	الأطول المتعادة للأحداثيات	الأطول المتعامدة للاحداثيات
	٧	خطوط الجنزيرا ئيسية	خطوط الجنزير الرئيسية .
	٥	اظها رها الحريطة	واظهارها على الخريطة .
	١٣	وقد تكون	وقد تكون
	٦	وإما باسم	وإما بالرسم
	١٣	دلى الرسم المـ ابل	على الرسم المقابل
	آخر سطر	سن الدرجار باوزله	سن الفرجار المجاور له
	الشكل	من فضلك ضع كلمتى (شكل ٧٠ ا) ،	(شكل ٧٠ ب) كل منهما مكان الآخر
	٧	على الطبية هـ	على الطبيعة
	٥	كما فى الطريقة نمرة (١)	كما فى القطعة نمرة (١)
	الشكل	تقاطع ا سـ ، ن م	يكتب على تقاطعهما الحرف (هـ)
	الشكل	تقاطع ا سـ ، ن م	يكتب لى تقاطعهما (هـ) ، يكتب (١) فى ٥ ان هـ ، يكتب (٢) فى ٥ م س

رقم الصفحة	السطر	خطأ	صواب
٨٠	٣	(لأن ا صـ = صـ جـ = س^٢)	(لأن ا صـ = صـ جـ)
٨٠	٦	$= \frac{\overline{م}^2}{٢ \overline{ا م}^2} = \frac{١}{٢}$	$= \frac{\overline{ا م}^2}{٢ \overline{ا م}^2} = \frac{١}{٢}$
٨٢	٧	"اهـ"و	"اهـ و"
٨٧	١٢	٢٩٤٠٠ م	٢٩٤٠٠ م^٢
٨٩	١٠	على "هـ١"	على "هـ ا"
٨٩	١٣	(م ا١ ا ب١)	(م ا١ ا ب١)
٨٩	١٤	الشكل (حـ ب١ ب حـ١)	الشكل (م ب ب١ حـ١)
٩	١٤	عاللامات	العلامات
٩	١١	الحكومة وزيع	الحكومة بتوزيع
٩	٣	الى الشمال الشر	الى الشمال الشرق .
٩	٢	(١) نفو	(١) تعلو
١٠	٥	أو الحـ وط المحفورة	أو الخطوط المحفورة
١٠	٨	واضحة العين	واضحة للعين
١٠	٤	يمر بمركز الشذية	يمر بمركز الشيئية
١٠	٧	فتكون "ا١ ب"	فتكون "ا١ ب١"
١٠	٤	بسمى الفـ اعة	يسمى الفقاعة
١٠	٩	دليها الغلاف	عليها الغلاف
١١	٣	رقعة	وصلة
١١	٧	اقى النـ ط	باقى النقط
١٢	١١	ن أول قطاع	من أول القطاع
١٢	١٢	يكرن بين $\frac{}{٥٠}$ ،	يكون بين $\frac{١}{٥٠}$ ،
١٢	آخر سطر	لا يوجد خطأ وانما أرجو إضافة كلمة	(شكلى ١٢٥ ا ، ب)
١٣	آخر سطر	ثم جميع	ثم جمع
١٣	ثانى سطر		يضاف بعد لميزانية السلسلة (شكل ١٢٦)
١٣	أول سطر من الجدول أول خانة فى الجدول	١,٠٦٠	١٦,٠٠
١٣	١٢ ، ١٣	فمن تشابه المثلثين المبينين على الرسم ينتج أن	فمن تشابه المثلثين المبينين على الرسم ينتج أن :
١٣	١٢ ، ١٣	$\frac{١٠}{١٠٠} = \frac{٠,٣٠}{١,٥٠}$ ∴ $س_1 = \frac{١٠٠ \times ٠,٣٠}{١,٥٠} = ٢٠$ مترا	$\frac{١}{١٠٠} = \frac{٠,٢٠}{١,٥٠}$ ∴ $س_1 = \frac{١٠٠ \times ٠,٢٠}{١,٥٠} = ١٣\frac{١}{٣}$ م
١٤	١٢	وبضربه فى ٠ متر وطوهو ٢٠ ل	وبضربه فى ٢٠٠ متر وهو طول .